1912

DEUXIÈME SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME 155.

N° 1 (1er Juillet 1912).

Institut de France. ?
Comptes-rendus
3108

PARIS,
GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE
DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.
Quai des Grands-Augustins, 55.

1912

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Toute Note manuscrite d'un Membre de l'Académie ou d'une personne étrangère ne pourra paraître dans le *Compte rendu* de la semaine que si elle a été remise le jour même de la séance.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Les *Comptes rendus* ne reproduisent pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin ; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* ne contiennent ni planches, ni figures.

Dans le cas exceptionnel où des figures seraient autorisées, l'espace occupé par ces figures comptera pour l'étendue réglementaire.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 55.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

EN DATE DU 13 JUILLET 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CENT-CINQUANTE-CINQUIÈME.

JUILLET — DÉCEMBRE **1912**.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1912

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 1er JUILLET 1912.

PRÉSIDENCE DE M. LIPPMANN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHILOSOPHIE DES SCIENCES. — *Pourquoi les équations différentielles de la Mécanique sont du second ordre, plutôt que du premier, ou, en d'autres termes, déterminent les accélérations des points matériels et non leurs vitesses.* Note de M. **J. Boussinesq.**

I. Les géomètres et les astronomes auraient pu, ce semble, avoir de bonne heure, dans l'appréciation de l'influence que deux corps exercent mutuellement sur leurs mouvements, l'idée d'attribuer une valeur dynamique au fait de leur voisinage, ou de considérer ce que j'ai appelé la *présence* plus ou moins intime de chacun d'eux dans une sphère d'assez grand rayon décrite autour de leur centre respectif, en entendant par là une existence du corps *infiniment atténuée* dans toute cette étendue, avec une très légère extension à cet espace de son action propre, d'ailleurs localisée presque en entier là où il existe (¹). S'ils avaient eu cette idée, ils

(¹) Voir le *Compte rendu* de la séance du 18 mars 1912, t. 154, p. 737.

auraient probablement évité l'erreur capitale qui a, jusqu'à Galilée, c'est-à-dire pendant vingt siècles à partir d'Aristote, empêché tout progrès de la Dynamique.

Cette erreur, on ne peut plus naturelle d'ailleurs (car elle semblait imposée par le principe de simplicité), consistait à admettre que les lois du mouvement, en vertu desquelles les états successifs du monde physique sont reliés chacun au précédent, déterminent à chaque instant les vitesses des points matériels en fonction de leurs situations actuelles. C'était bien, on le voit, l'hypothèse la plus simple possible, celle qui, une fois constaté le fait que l'avenir se rattache de proche en proche au présent et au passé, s'offrait d'elle-même à l'esprit. Et l'on conçoit, en sentant combien il était dur d'y renoncer, qu'il ait fallu un bien persistant effort pour la redresser, après de multiples démentis que lui infligeait l'expérience.

Or voici comment, tout en acceptant en partie cette hypothèse dans son esprit, dans ce qu'elle a d'essentiel et, au fond, de très admissible, on aurait été conduit à la corriger, à en modifier la forme et l'application de manière à la rendre irréprochable, par la notion d'une certaine *présence* dont jouirait la matière, tout autour de sa situation proprement dite, et qui suffirait pour y entraîner de sa part *des actions infiniment atténuées*.

II. Le phénomène vulgaire du choc mettait en évidence la propriété *d'impénétrabilité* de chaque corps, de chaque point matériel, par les autres, et, à raison même de cette impénétrabilité, les actions effectives exercées, au contact en apparence *géométrique*, entre deux corps ou deux points matériels dont la distance mutuelle r semble décroître jusqu'à zéro *avec une vitesse finie*. La nécessité d'éviter la pénétration mutuelle de ces points ne pouvait, en effet, manquer d'éveiller dans un tel cas, chez eux, des forces modifiant *notablement* leurs vitesses durant un instant *d'une insaisissable brièveté*.

Ce fait suffisait donc pour obliger d'admettre qu'à la distance $r=0$ l'action d'un point matériel sur un autre peut créer dans celui-ci, *durant un temps infiniment court*, des vitesses (positives ou négatives) *de grandeur sensible*. De là, d'abord, une première rectification, ainsi imposée par l'expérience, au principe trop simple instinctivement suggéré à l'esprit par le fait de l'enchaînement des phénomènes. Elle consiste à voir que ce ne sont pas précisément les vitesses des points matériels en présence qui semblent devoir être, à chaque instant, fonction des situations de ces points, mais seulement *les changements de vitesse durant des instants très courts*.

III. De plus, une telle action déployée *à distance nulle* aurait constitué, dans l'ordre d'idées où nous sommes, l'action directe, *intégrale*, du point; celle, pour ainsi dire, que met en œuvre sa substance même, sollicitée par une attaque l'atteignant en plein et qui intéresse sans délai *son existence*. Dès lors, si l'on avait admis aussi, aux distances finies r, des actions incomparablement moindres de *simple présence*, ou *d'existence infiniment atténuée*, celles-ci auraient paru aptes à produire, durant le même élément de temps, des vitesses non plus finies, mais proportionnées à leurs causes, ou infiniment petites aussi; et il était naturel de supposer ces vitesses du même ordre de petitesse que les temps durant lesquels elles se trouvaient engendrées. Rapportées à l'unité de temps, elles constituaient donc des *accélérations finies*, mesurant justement les effets des petites actions ainsi introduites *à l'échelle de grandeur qui leur convenait le mieux*.

IV. Mais, dès lors, grâce à ces forces infinitésimales et relativement *douces, productrices d'accélérations*, non de vitesses, il y avait, pour les deux points en train de se rapprocher et avant qu'ils arrivassent au contact géométrique, un véritable *contact physique* possible, ne mettant en jeu que des variations *continues* de vitesses et capables cependant, pourvu que les très petites distances r suscitassent des répulsions suffisantes, d'empêcher tout à fait le contact géométrique. A cette condition, d'une simplicité et d'une fécondité qui en imposaient l'admission tout au moins provisoire, l'on se trouvait donc dispensé de faire jamais, dans l'étude des phénomènes, l'hypothèse extrême $r = 0$, ou d'introduire dans les calculs les forces, incomparablement plus intenses, productrices directement de vitesses, et qu'il faudrait évaluer à une échelle infiniment supérieure.

Ces forces *instantanées* énormes, quoique suggérées les premières à l'esprit par les faits, devenaient, en quelque sorte, purement virtuelles. N'ayant jamais à intervenir d'une manière effective, elles se trouvaient désormais reléguées *dans le mystère de la possibilité pure*, comme l'infini dont elles portent la marque et qui n'est jamais applicable aux créatures que dans un sens idéal, évoquant leur attache et leurs rapports à la Cause première. Elles y restaient masquées par les forces productrices d'accélérations, seules agissantes. Celles-ci, en quelque sorte émanées d'elles, les représentaient pleinement dans les phénomènes et les couvraient, tout comme la simple *présence* de chaque point matériel, disséminée autour de son indivisible situation, couvre et masque à distance sa substance propre, inaccessible dans son siège derrière cette poussière d'actions élémentaires partout répandues.

Ainsi s'introduisait dans la Dynamique, avec la continuité des mouvements et l'homogénéité de leurs causes, une simplicité vraiment idéale, unissant la douceur des moyens à la puissance des résultats, conformément à cette maxime de la Sagesse, qu'il ne faut pas se lasser de répéter, car elle doit être la règle de nos pensées dans les Sciences : « *Attingit a fine usque ad finem fortiter et disponit omnia suaviter* (*Liber Sapientiæ*, VIII, 1) ».

V. La substitution des accélérations aux vitesses dans la loi, la plus simple possible, qui s'était offerte la première à l'esprit pour régir le mouvement, n'oblige pas d'ailleurs à compliquer autrement cette loi, en y supposant, par exemple, les accélérations *de deux points donnés*, arrivés *en présence* l'un de l'autre, fonctions d'autres variables que leurs situations. Or le principe directeur qui nous régit dans l'élaboration de nos connaissances est qu'il faut s'en tenir toujours aux hypothèses les plus simples non contredites positivement par l'observation, en ne les compliquant, lorsque celle-ci vient les démentir, que dans la stricte mesure où les faits bien constatés rendent indispensable une telle rectification. Pas une de nos sciences n'existerait, ni même, une fois créée, ne pourrait subsister, sans ce principe esthétique de simplicité ou d'ordre; et même disparaîtraient alors la plupart des données du sens commun universellement admises (1).

La nature humaine n'atteint l'espèce de certitude à laquelle elle peut raisonnablement prétendre entre certaines limites, qu'à la condition d'être modeste, de ne dédaigner aucune de ses sources de lumière, expérimentales ou rationnelles : toutes lui restent sans cesse indispensables. Il faut donc nous résigner à voir nos constructions *théoriques* toujours partielles, toujours imparfaites, toujours environnées d'immenses espaces mystérieux au milieu desquels elles sont comme perdues. Et il doit nous suffire que l'ordonnance en soit simple, harmonique, explicative des faits dans les régions, de plus en plus grandes, qui nous deviennent assez familières pour que nos esprits s'y représentent clairement les principaux détails.

On aurait donc pu supposer, tout au moins provisoirement, que, dans un système quelconque de points matériels, les accélérations de ces points variaient seulement *avec leurs situations respectives*. Et un examen ultérieur,

(1) J'ai donné la preuve de ces assertions dans la grande Note finale de mon étude de 1907 qui a pour titre : *Théorie approchée de l'écoulement de l'eau sur un déversoir en mince paroi et sans contraction latérale*, au tome L des *Mémoires de l'Académie des Sciences* (et Gauthier-Villars). La Note dont il s'agit est intitulée : *Considérations sur les lois d'économie et de simplicité; importance de ces lois en tant que principes directeurs de l'esprit.*

appuyé sur les faits les mieux observés, aurait ensuite confirmé pleinement ce principe, en le précisant ou l'explicitant de la manière la plus satisfaisante (1).

VI. Toutefois, les changements élémentaires de situation effectués d'un instant à l'autre s'exprimant par les *vitesses* des points, la connaissance de celles-ci à l'époque actuelle aurait été nécessaire, en même temps que la connaissance des situations actuelles des points, pour rattacher chaque état physique à l'état *immédiatement* antérieur, si l'on peut ainsi dire; et l'on aurait dû, par conséquent, se donner, pour l'instant des phénomènes choisi comme *initial*, non seulement *l'état statique*, que définissent les coordonnées primitives ou les situations de début des divers points du système, mais aussi *l'état dynamique*, défini par leurs *vitesses*. *Celles-ci ne se trouvaient, dès lors, pas moins arbitraires que les situations* dans cet état primitif, bien loin d'en être fonctions comme l'avait supposé l'ancienne Physique péripatéticienne.

Du reste, cette indépendance effective où sont les vitesses, à l'instant initial, des situations, aurait pu, dès l'origine, être directement prouvée, par l'observation fréquente et facile d'un grand nombre de systèmes matériels, paraissant constitués à très peu près de même et où, pour mêmes situations des points à des moments donnés (c'est-à-dire pour mêmes situations *relatives* ou même configuration actuelle de ces systèmes), les vitesses offraient la plus grande diversité. Telles étaient, par exemple, les chutes successives d'un même corps, remonté chaque fois à une altitude différente de celles de ses départs antérieurs, et ainsi animé de vitesses très inégales au moment de ses passages près d'un même point relié invariablement à la Terre.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Vitesse de décomposition de l'eau oxygénée sous l'influence de la chaleur*. Note de M. **Georges Lemoine**.

L'eau oxygénée en solution dans l'eau est intéressante pour la vitesse des transformations irréversibles, car en se décomposant avec dégagement de chaleur (22^{Cal} pour H^2O^2), elle laisse un corps identique, sauf la

(1) Voir, à ce sujet, la seconde et la troisième de mes *Leçons synthétiques de Mécanique générale* (Paris, Gauthier-Villars, 1889), nos 10 à 24, p. 12 à 29.

dilution, au corps primitif. Malgré diverses publications, beaucoup de questions restent à élucider.

Organisation des expériences. — On partait de l'eau oxygénée de Merk et on la distillait dans le vide (appareils entièrement en verre). On titrait par le permanganate de potasse acidé et l'on déterminait la densité. De là une relation empirique entre le poids p d'eau oxygénée réelle dans 1 gramme et le volume V d'oxygène que l'unité de volume peut dégager à 15° et 760^{mm} :

p........	0,99	0,97	0,915	0,845	0,710	0,654	0,565	0,46	0,30	0,086
V........	498	485	450	400	322	291	242	190	118	30

$$p = 0{,}0027881\,V - 0{,}0000016\,V^2.$$

Un volume déterminé d'eau oxygénée d'un titre connu était chauffé dans des tubes ou quelquefois dans des boules, dans un grand bain d'eau à température constante; le gaz était recueilli sur de la glycérine; son volume était ramené à 15° et 760^{mm}.

La circulation d'un gaz, air, oxygène, hydrogène, n'a pas d'influence sensible; de même pour un vide partiel.

Résultats généraux des expériences. — I. Avec une dilution suffisante (par exemple de 200^{vol} à 15^{vol}), la décomposition suit sensiblement la loi dite *des réactions monomoléculaires*. Soient p le poids d'eau oxygénée réelle primitive, y le poids d'eau oxygénée décomposée, t le temps ($t = 0$ pour $y = 0$) et k' une constante :

$$(1) \qquad d\frac{y}{p} = k'\left(1 - \frac{y}{p}\right)dt, \qquad L\left(1 - \frac{y}{p}\right) = -k't.$$

II. Mais avec les solutions très concentrées (de 300^{vol} à 495^{vol}) et aux différentes températures (100°, 80°, 68°, 35°, 15°), l'allure de la décomposition est changée. Avec de faibles concentrations, la courbe exprimant $\frac{y}{p}$ en fonction de t était convexe. Avec de fortes concentrations, elle est d'abord *concave, a un point d'inflexion*, puis devient convexe. Ainsi, il y a *accélération à mesure qu'il se produit plus d'eau* par le fait même de cette décomposition.

Interprétation théorique. — J'ai essayé une formule tenant compte de la quantité d'eau existant à chaque instant.

Si la chaleur seule causait la décomposition, on aurait dans le temps dt et d'après (1)

$$dy = k'(p - y)\,dt.$$

Si l'eau intervient, il faut en outre tenir compte de cette quantité d'eau. Si le poids primitif p d'eau oxygénée dans 1 gramme s'est réduit à $(p - y)$, l'eau oxygénée décomposée est y : la quantité d'eau nouvelle qui en est résultée est, d'après les poids moléculaires, $\frac{18}{34}y$, et elle s'ajoute à l'eau primitive $(1 - p)$. Admettons que la décomposition soit proportionnelle à la quantité d'eau : on aura, k étant une autre constante,

$$(2)\qquad \begin{cases} dy = k(p - y)\left(1 - p + \frac{18}{34}y\right)dt, \\ \dfrac{d\frac{y}{p}}{dt} = kp\left(1 - \frac{y}{p}\right)\left(\frac{1}{p} - 1 + \frac{18}{34}\frac{y}{p}\right). \end{cases}$$

L'intégrale est $\left(\text{logarithmes vulgaires : } t = 0 \text{ pour } \frac{y}{p} = 0\right)$

$$(3)\qquad -0,4343\left(1 - \frac{16}{34}p\right)kt = \log\left(\frac{1}{p} - 1\right) + \log\left(1 - \frac{y}{p}\right) - \log\left(\frac{1}{p} - 1 + \frac{18}{34}\frac{y}{p}\right).$$

Aux faibles concentrations, les résultats numériques sont presque les mêmes qu'avec la formule simple (1).

L'existence d'un *point d'inflexion* est nettement indiquée. D'après la dérivée seconde (avec $k = 1$), il est

$$(4)\qquad \left(\frac{y}{p}\right)_i = 1,4452 - 0,945\frac{1}{p}.$$

Il coïncide avec $\frac{y}{p} = 0$ pour $p = 0,654$, ce qui correspond à $(H^2O^2 + H^2O)$, hydrate existant aux basses températures (M. DE FORCRAND, *Comptes rendus*, 1900, t. 130, p. 1620). Au-dessous, on n'a que des courbes convexes, car $\left(\frac{y}{p}\right)_i$ est négatif (tableau ci-après).

La *vitesse initiale de décomposition* est

$$(5)\qquad \left(\frac{d\frac{y}{p}}{dt}\right)_0 = k(1 - p).$$

La *durée de la demi-décomposition* τ se calcule avec $\frac{y}{p} = \frac{1}{2}$ (tableau ci-après), par l'équation (3) : $k\tau$ reste donc le même quel que soit p.

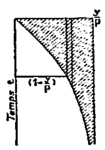


Fig. 1.

La *vie moyenne m* de l'eau oxygénée de diverses dilutions, expression pittoresque adoptée pour le radium, se calcule avec (2). La quantité dy de matière décomposée pendant le temps dt a *vécu* le temps t. La vie moyenne m,

Fractions de décomposition $\frac{y}{p}$.

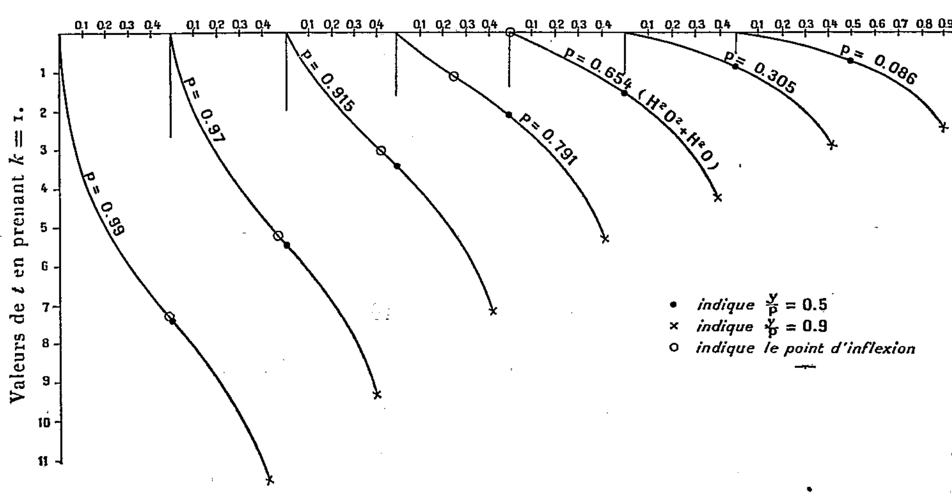


Fig. 2.

pour l'ensemble des particules, sera donc, en appelant S la surface ombrée,

$$m = \frac{S}{\int_0^1 d\frac{y}{p}} = \frac{\int_0^1 t\,d\frac{y}{p}}{\int_0^1 d\frac{y}{p}} = \frac{S}{1}.$$

$$(6) \qquad m = \frac{1 + \frac{34}{18}\left(\frac{1}{p} - 1\right)}{0,4343\,k\left(1 - \frac{16}{34}p\right)} \log\left(\frac{\frac{1}{p} - 1 + \frac{18}{34}}{\frac{1}{p} - 1}\right).$$

Les calculs du tableau (7) ci-après ont été faits avec $k = 1$:

(7) p	0,99	0,97	0,915	0,845	0,710	0,654	0,565	0,46	0,30	0,086	0,043
V	498	485	450	400	322	291	242	190	118	30	15
Inflexion $\left(\frac{y}{p}\right)_i$	0,49	0,47	0,41	0,33	0,11	0	—0,23	—0,61	—1,65	—9,62	—20,5
$\frac{1}{2}$ décomposition τ	7,48	5,43	3,58	2,63	1,79	1,59	1,35	1,14	0,94	0,75	0,72
Vie moyenne m	7,60	5,64	3,63	3,03	2,21	2,00	1,75	1,53	1,29	1,07	1,03

Comparaison de la théorie et de l'expérience. — En se donnant une observation $\left(t_0 \text{ et } \frac{y_0}{p}\right)$, généralement voisine de $\frac{y}{p} = \frac{1}{2}$, on en déduit k par (3) et l'on calcule $\frac{y}{p}$ pour les différentes valeurs de t observées. Les spécimens ci-dessous montrent que la concordance est suffisante.

A 68°,5, $p = 0,97$; tube de 16mm avec 4cm³ de liquide.

t (en heures)	2h,75	6h,75	11h,75	22h,50	25h,50	30h,25
$\frac{y}{p}$ observé	0,015	0,049	0,097	0,265	0,334	0,451
$\frac{y}{p}$ calculé	0,016	0,047	0,099	0,276	0,341	donnée

Courbe divergente : $k = 0,164$; $\tau = 32^h,3$.

A 81°,5, $p = 0,985$; tube de 16mm avec 4cm³ de liquide.

t (en heures)	1h,60	2h,60	3h,40	4h,60	5h,10	6h,60
$\frac{y}{p}$ observé	0,048	0,093	0,141	0,250	0,306	0,531
$\frac{y}{p}$ calculé	0,039	0,085	0,140	0,258	0,320	donnée

Courbe divergente : $k = 0,161$; $\tau = 6^h,38$.

A 68°, $p = 0,855$; tube de 16mm avec 4cm³ de liquide.

t (en heures)	2h,83	3h,83	5h,33	8h,33	10h,83
$\frac{y}{p}$ observé	0,135	0,197	0,296	0,506	0,654
$\frac{y}{p}$ calculé	0,155	0,216	0,313	donnée	0,648

Courbe divergente : $k = 0,332$; $\tau = 8^h,23$.

A 81°, $p = 0,855$; tube de 16mm avec 4cm³ de liquide.

t (en heures)	2h,0	3h,0	4h,0	5h,67
$\frac{y}{p}$ observé	0,139	0,231	0,329	0,505
$\frac{y}{p}$ calculé	0,161	0,253	0,348	donnée

Courbe divergente : $k = 0,486$; $\tau = 5^h,61$.

A 79°, $p = 0,680$; tube de 16mm avec 5cm³ de liquide.

t (en heures)	0h,33	0h,85	1h,50	1h,83	2h,50	2h,83	3h,25	3h,50
$\frac{y}{p}$ observé	0,083	0,182	0,301	0,373	0,484	0,538	0,604	0,637
$\frac{y}{p}$ calculé	0,081	0,175	0,305	0,367	donnée	0,537	0,598	0,632

$k = 0,645$; $\tau = 2^h,60$.

A 36°, $p = 0,575$; tube de 16^{mm} avec 5^{cm^3} de liquide.

t (en heures).....	$21^h,3$	$53^h,6$	$94^h,1$	$123^h,5$	$173^h,8$	$191^h,6$
$\frac{y}{p}$ observé......	0,133	0,300	0,475	0,581	0,737	0,782
$\frac{y}{p}$ calculé.......	0,121	0,291	donnée	0,585	0,731	0,770

$k = 0,0137$; $\tau = 100^h,3$.

A 79°, $p = 0,086$; boule de 70^{cm^3} avec 70^{cm^3} de liquide.

t (en heures)...............	$0^h,13$	$0^h,28$	$0^h,42$	$1^h,07$	$1^h,37$	$1^h,63$
$\frac{y}{p}$ observé...............	0,087	0,183	0,248	0,503	0,599	0,679
$\frac{y}{p}$ calculé.................	0,081	0,166	0,238	donnée	0,593	0,657

$k = 0,705$; $\tau = 1^h,06$.

Influence de l'élévation de température. — Elle accroît la décomposition avec l'allure d'une fonction exponentielle. Dans le cas de $p = 0,086$ (30^{vol}) où les expériences ont été les plus nombreuses (55 vers 68°), les résultats ont été coordonnés graphiquement en portant la température θ en abscisses et en ordonnées les logarithmes (vulgaires) des durées τ de la demi-décomposition. On obtient à peu près la droite (8). Mais d'après le tableau (7), pour $p = 0,086$ et $k = 1$, on a

$$\tau = 0,748,$$

soit, pour une valeur quelconque de k, d'après (3), $k\tau = 0,748$. De là les relations empiriques approximatives (logarithmes vulgaires) :

$$(8)\qquad \log\tau = 3,2 - 0,04\,\theta,$$

$$\log k = \log 0,748 - \log\tau = -3,326 + 0,04\,\theta.$$

Températures.	0°.	10°.	15°.	35°.	68°.	80°.	90°.	100°.
k..........	0,0005	0,0012	0,0019	0,012	0,25	0,75	1,88	4,72
τ en heures.	1580^h	630^h	398^h	26^h	$3^h,0$	$1^h,0$	$0^h,40$	$0^h,16$

Ainsi, comme pour beaucoup d'autres transformations, avec 10° d'échauffement la vitesse de décomposition initiale devient 2 ou 3 fois plus grande (Van 't Hoff, *Leçons de Chimie physique*, t. I, p. 229).

Étude de diverses influences perturbatrices. — Dans ces déterminations, subsiste une difficulté, constatée déjà par Spring (*Bulletin de l'Académie de Belgique*, 1895, t. XXX, p. 32). Pour une température donnée, la valeur de k calculée d'après l'expérience n'est pas bien fixe : quelquefois même, la réaction est extraordinairement lente et évidemment aber-

rante. Une fois commencée elle suit toujours la marche théorique, mais chaque vase a son individualité propre. C'est avec les grandes concentrations que ces irrégularités sont les plus fréquentes et qu'on s'éloigne souvent des rapports du tableau (7) pour les durées τ de la demi-décomposition entre les différentes valeurs de p.

I. La *nature chimique* du verre où se fait la réaction paraît sans influence, d'après des expériences comparatives avec des tubes en verre vert, en cristal ou en quartz. En attaquant le verre par des solutions d'acide fluorhydrique, il n'y a que très peu de différences.

II. L'*état physique* des surfaces a la principale influence.

Ainsi, à 100° ($p = 0,086$), on a eu $\tau = 0^h,49$ avec un tube exposé aux poussières atmosphériques, et $\tau = 0^h,24$ avec un tube préparé soigneusement par le traitement (a) indiqué ci-après.

Avec les tubes étroits (6^{mm} de diamètre), les irrégularités sont plus accentuées qu'avec des tubes larges (16^{mm}). De même avec des solutions très concentrées les irrégularités sont fréquentes.

L'eau de Merk se garde dans des flacons enduits de paraffine.

Ces influences de surface doivent s'exercer sur une épaisseur extraordinairement mince, comme le pensait Spring.

En effet, dans un tube soigneusement argenté, où le dépôt d'argent, pesé, avait seulement $0^{mm},0002$ d'épaisseur, la décomposition a été très active à cause de l'action catalytique du métal.

Des influences semblables rendent très difficile l'étude des phénomènes capillaires et des combinaisons chimiques entre les gaz.

III. C'est par des *nettoyages minutieux* que j'ai cherché à éliminer ces perturbations, comme pour l'argenture ou la capillarité. J'ai essayé les traitements suivants :

a. Ébullition de 3^h au moins avec eau, digestion de 1^h avec de l'eau oxygénée, dessiccation vers 100°.

b. Digestions successives avec eau à 100°, alcool, éther, encore de l'alcool, de l'eau oxygénée, dessiccation vers 100°.

c. Digestions semblables avec un acide, de la potasse alcoolique, de l'eau, de l'eau oxygénée et finalement dessiccation vers 100°.

d. Mêmes traitements en laissant les tubes légèrement humides.

Deux tubes, d'une même canne de verre, ont été employés comparativement 7 fois (à 100°, $p = 0,57$); dans l'un d'eux une irrégularité a été

introduite en le traitant par l'eau régale, mais elle a fini par disparaître avec (*a*) et (*b*), car finalement on a eu pour τ $0^h,78$ et $0^h,77$.

En général avec un traitement par l'eau à 100° (7^h ou 8^h), suivi d'une digestion avec de l'eau oxygénée, les tubes égouttés et employés *légèrement humides* se trouvent dans des conditions à peu près semblables.

IV. En diminuant la *proportion de la surface au volume*, on atténue aussi les perturbations. Avec une sphère, l'influence des parois est moindre qu'avec un tube ; avec une très grande sphère, elle deviendrait *insignifiante;* ce serait l'expérience *idéale.* En fait, avec des boules soufflées de 70^{cm^3} et de 150^{cm^3}, les résultats sont sensiblement égaux, et de même, le plus souvent, pour des tubes de 16^{mm}, mais avec de petits vases, il y a un retard prononcé :

	Boule de		Tube de	
	150^{cm^3}.	70^{cm^3}.	16^{mm}.	6^{mm}.
A 81° ($p = 0,086$), τ.............	$0^h,67$	$0^h,65$	$0^h,65$	$1^h,00$
Surface en centimètres carrés pour 10^{cm^3} de liquide...............	$0^{cm^2},91$	$1^{cm^2},17$	$2^{cm^2},7$	$6^{cm^2},0$

Conclusion. — La décomposition irréversible de l'eau oxygénée, sous l'influence de la chaleur, est réglée surtout par la proportion d'eau existant à chaque instant dans le liquide et suit la loi mathématique qui en résulte : *l'eau agit donc comme catalyseur.*

Ce résultat s'accorde avec la grande lenteur, déjà connue, de la décomposition de l'eau oxygénée très concentrée : elle se traduit quelquefois même par une période d'inertie au début. Seulement si des catalyseurs autres que l'eau interviennent, la décomposition peut devenir très vive; je chercherai à en préciser l'influence.

J'ai été aidé par M. Charf pour les expériences, par M. Guépard pour les calculs numériques : je les prie de recevoir ici tous mes remercîments.

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Restitution, aux points dominés, de leurs propriétés stéréoscopiques naturelles inverties sous l'action des points dominateurs, dans les stéréogrammes de cages pyramidales. Conclusions sur le déterminisme de l'inversion.* Note de M. **A. Chauveau.**

Les conditions du remarquable phénomène d'inversion qui s'observe quand deux pyramides sont en opposition dans le même stéréogramme sont

maintenant nettement établies. Il est utile de les rappeler très brièvement :

1° La production de ce phénomène est liée à la différence de hauteur des deux pyramides opposées, qui introduit des différences d'intensité dans les impressions de relief et de profondeur que ces pyramides couplées sont capables de produire sur la rétine, lorsqu'elles sont indépendantes l'une de l'autre ;

2° La grandeur de cette différence de hauteur se mesure à la distance qui sépare le sommet des pyramides de leur base. C'est la place de ce sommet dans l'espace, tant en avant qu'en arrière de son plan de projection, qui détermine l'attribution de la prépondérance à l'une ou l'autre des pyramides;

3° Naturellement, les conditions et les effets de la prépondérance se trouvent aussi bien réalisés dans les stéréogrammes réduits aux simples points-sommets que dans ceux qui réunissent les éléments complets de la figuration en projection des pyramides;

4° Donc les simples points-sommets, en opposition dans le même stéréogramme, permettent de constater en perfection l'inversion de la sensation rétinienne dominée.

Le moment est venu maintenant de rechercher si cette inversion des points-sommets est nécessaire et inévitable. C'est une dernière question à résoudre avant de conclure sur le déterminisme du rôle joué par les centres percepteurs dans les inversions stéréoscopiques.

J'ai trouvé la solution de cette question au cours d'une série de recherches instituées dans le but d'étudier l'influence qui peut être exercée par le mode de raccordement des points-sommets *libres* avec l'encadrement qui limite la base commune des pyramides couplées, dans les stéréogrammes de cages octaédriques à claire-voie.

Les résultats obtenus ont été des plus instructifs. Ils se trouvent condensés dans les deux types symétriques de stéréogrammes qui seront décrits plus loin : types où la conjugaison, en opposition, des points-sommets a été successivement envisagée d'abord dans les cas de prédominence des sensations de profondeur, puis dans ceux où la prépotence appartient au relief.

Il y a avantage à signaler tout de suite les deux faits saillants fournis par l'étude de ces types :

1° *L'entraînement des sommets dominés par les sommets dominateurs ne subit aucune modification de l'addition, aux stéréogrammes où ils sont en*

opposition, de deux droites qui les unissent au même point de la périphérie du plan de projection : fait attendu parce que indiqué à l'avance, par les démonstrations antérieures ;

2° *Mais il en est tout autrement quand les deux sommets suspendus dans l'espace sont reliés chacun à un point différent de cette périphérie. Dans ce second cas, le sommet dominé reprend intégralement son aptitude à produire la sensation stéréoscopique qui lui est propre. Le sommet dominateur n'exerce plus aucune influence inversive sur les propriétés stéréoscopiques de ce sommet dominé.*

Donnons les preuves :

Démonstration n° 1. — Les éléments en sont fournis par la figure I. Chaque moitié de cette figure comprend neuf stéréogrammes particuliers répartis en *trois groupes verticaux*, où les sommets de pyramides occupent exactement les mêmes places.

Le *groupe du milieu* est consacré aux manifestations stéréoscopiques des deux points-sommets à l'état d'isolement.

Dans le *groupe de droite*, ces deux points-sommets sont reliés à *un ou plusieurs points communs du cadre extérieur constituant la base commune des deux pyramides.*

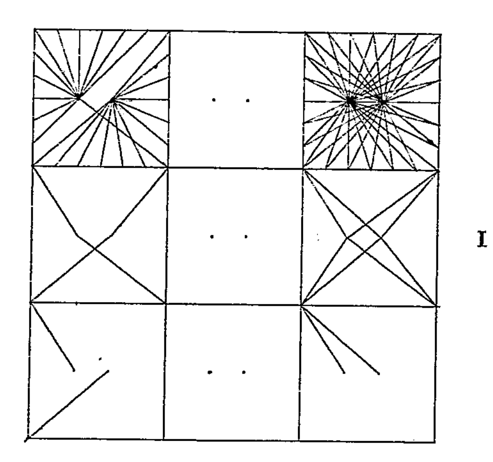
Enfin, dans le *groupe* de *gauche*, les points-sommets sont rattachés également à cet encadrement extérieur, mais chacun en *un point distinct:* mode de rattachement qui, lui aussi, peut être répété.

a. Les trois stéréogrammes du *groupe moyen* sont identiques. Comme la prédominance appartient au système profondeur, les deux points se montrent partout suspendus dans l'espace, à côté l'un de l'autre, derrière le plan de projection, exactement à la même distance dudit plan. Cette distance n'équivaut pas à la hauteur de la pyramide en creux. C'est l'indice d'une certaine réciprocité d'influence, s'exerçant entre le point dominateur et le point dominé. Celui-ci, en subissant l'action inversive de celui-là, neutralise partiellement l'activité stéréoscopique propre de ce dernier.

b. Dans le premier stéréogramme du *groupe de droite* (en comptant de bas en haut), le rattachement des deux points-sommets à la périphérie du stéréogramme s'opère en un seul point, l'angle supérieur gauche du carré qui représente la base commune des deux pyramides. C'est aux quatre angles de ce carré que le rattachement est effectué dans le second stéréogramme, où les lignes de rattachement figurent exactement la projection des quatre angles dièdres de chacune des pyramides. Enfin, dans le troisième, les rattachements sont multipliés; à la figuration des angles dièdres, on a ajouté tous les autres détails qui constituent la représentation intégrale de la cage octaédrique à claire-voie des premières démonstrations d'inversions. Or, *dans ces trois stéréogrammes particuliers, toutes les constructions se présentent en creux. Tous les sommets de pyramides occupent, en arrière du plan de projection, à peu près exactement la même place que dans le groupe des points-sommets suspendus librement dans l'espace.*

c. Mais tout change avec les trois stéréogrammes du *groupe de gauche*, où les deux points-sommets se rattachent, indépendamment l'un de l'autre, à l'encadrement périphérique. *Ce rattachement indépendant détruit toute solidarité, toute subordination entre les deux points-sommets. En rétablissant leurs rapports matériels avec les autres parties fondamentales des édifices géométriques auxquels ils appartiennent respectivement, le rattachement rend intégralement à ces édifices leurs aspects stéréoscopiques normaux.*

Ainsi, dans le premier stéréogramme, le sommet du système creux, relié à l'angle supérieur gauche du cadre-base, est porté par l'extrémité de la ligne de rattachement, en arrière du plan de projection, bien au delà de la place occupée dans l'espace par



I

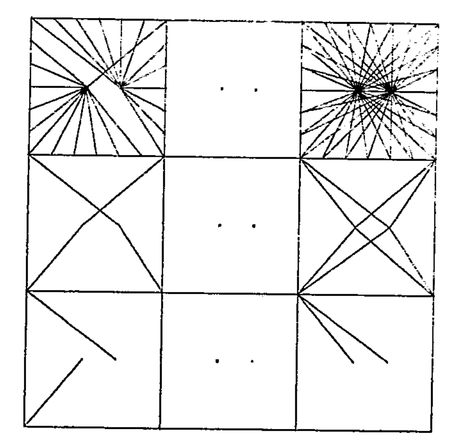


Fig. 1.

les deux points-sommets libres. Quant à la ligne de rattachement du système en saillie, de l'angle inférieur gauche du cadre, d'où elle part, elle se dirige en avant, en se dressant hardiment, pour projeter son extrémité libre, c'est-à-dire le sommet du système pyramidal en relief, en deçà du plan de projection, à la place qu'occuperait dans l'espace le sommet même de la pyramide en relief à l'état d'isolement. Ce sont là des caractères spéciaux d'une importance considérable, qui s'enlèvent avec une exceptionnelle vigueur, surtout quand le regard compare ce premier stéréogramme du groupe de gauche avec celui de droite.

Avec les éléments du deuxième et du troisième stéréogramme, cette comparaison est peut-être encore plus intéressante, sinon plus instructive. Inutile de décrire ce qu'on peut si bien voir, c'est-à-dire la restitution, par le rattachement individuel des points dominés, à l'ensemble de la construction stéréoscopique, de la perception réelle des images que cet ensemble fournit à la rétine. Mais il n'est pas sans utilité d'appeler l'attention sur la comparaison du troisième stéréogramme du groupe de gauche avec celui du groupe de droite.

On a vu ci-devant que ce dernier stéréogramme est la réduction de la projection de la cage octaédrique complète qui a servi aux premières démonstrations de l'inversion des impressions rétiniennes dans les centres percepteurs. La conjugaison, base à

base, des deux demi-cages pyramidales qui composent l'octaèdre, fait que les deux sommets de ces demi-cages sont rattachées *en commun* à chacun des vingt-quatre points de la périphérie du cadre, d'où partent les lignes qui figurent la charpente des pyramides. Aussi celle de la pyramide dominée fournit-elle la même sensation de creux que la charpente dominatrice. Mais, dans le stéréogramme de gauche, on a fait le partage de ces vingt-quatre points entre les deux sommets de pyramides. Douze sont rattachés au sommet de la pyramide en creux et douze à celui de la pyramide en relief. Reliés ainsi, chacun de son côté, à l'ensemble du système auquel ils appartiennent, ces deux sommets de pyramides fournissent, en pleine et réciproque indépendance, la sensation stéréoscopique qui est leur apanage propre. L'un s'exhibe en

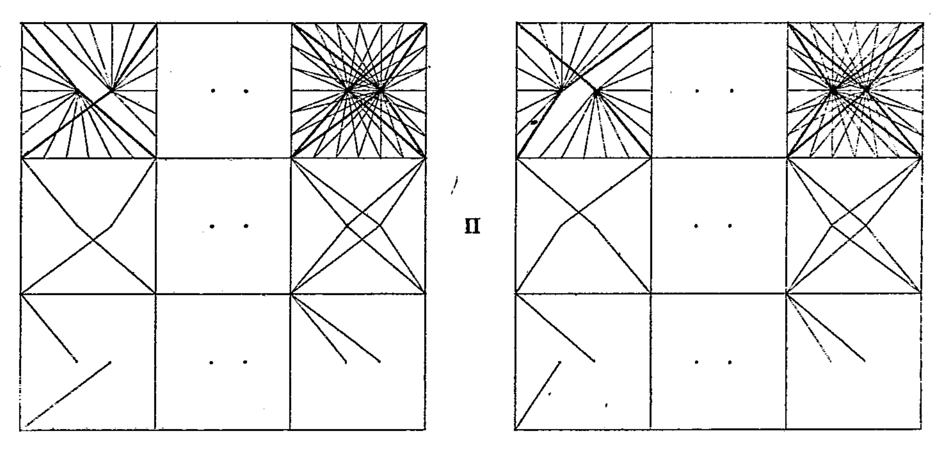


Fig. 2.

profondeur et l'autre en relief, de la manière la plus nette, dans les demi-charpentes pyramidales dont ils font partie.

Ainsi se trouvent démontrés les deux faits ci-dessus annoncés et qui achèvent d'établir les conditions matérielles de l'inversion des impressions rétiniennes en provenance de stéréogrammes.

Démonstration n° 2. — Absolument identique à la précédente, elle n'en diffère que par le sens des inversions créées et neutralisées. Tout à l'heure, c'était le système de la pyramide en relief qui, induit à fournir des sensations de creux, était rétabli en possession de ses propriétés stéréoscopiques naturelles. Maintenant ce système est devenu dominateur. Le système creux, à son tour, subit l'inversion attachée à cette subordination et récupère son aptitude à produire des sensations de profondeur.

Les éléments de cette démonstration sont fournis par la figure II. Toute les constatations qu'elle permet de faire sont identiques, mais de sens inverse, à celles qui ont été tirées de la figure I.

Ainsi, dans le *groupe moyen* des neuf stéréogrammes, les deux points-sommets, en état d'isolement, se présentent suspendus dans l'espace à la même hauteur *au-dessus* du plan de projection.

Ces mêmes points-sommets, dans le *groupe de droite*, sont vus exactement de la même manière. Rien n'a été changé à leurs apparences stéréoscopiques, quand ils ont été étroitement solidarisés l'un avec l'autre, par leur rattachement *en commun* à un, quatre, vingt-quatre points du contour de la base commune des deux pyramides.

Enfin, dans le *groupe de gauche*, où la disjonction de ce rattachement *en commun* a été opérée, la récupération de l'indépendance des sensations de relief et de profondeur propres à chaque système est aussi parfaite que possible et admirablement significative.

Conclusions. — Cette dernière démonstration parachève la documentation complémentaire recherchée, sur les conditions à réunir dans les stéréogrammes de pyramides couplées en opposition, pour y voir se produire l'inversion des sensations de relief et de profondeur.

Les Notes des 22 et 29 avril avaient fait connaître le rôle important joué par la différence de hauteur des deux pyramides, c'est-à-dire par la plus grande perceptibilité qui en résulte pour les impressions rétiniennes que fournit la pyramide dominatrice. Dans les expériences nouvelles de la présente Note et de la précédente, se révèle un autre agent non moins important de l'inversion stéréoscopique du système dominé : c'est la communauté de rapports que le couplage même des pyramides établit, à leur point d'union, entre les éléments de ce système et ceux du système dominateur. Cette communauté de rapports agit avec une si prodigieuse énergie que son influence s'exerce même lorsque ces rapports n'existent que virtuellement, comme le cas se rencontre dans les stéréogrammes réduits aux seuls points isolés qui figurent les sommets des deux pyramides.

Plus rien n'échappe maintenant du déterminisme de l'inversion, en ce qui concerne la connaissance de ses *conditions extérieures fondamentales*. Dans les stéréogrammes qui les mettent en évidence, se rencontrent également les éléments de la démonstration des *conditions intimes*, immédiatement agissantes, de la perception du phénomène dans les centres nerveux. La solidarité que les *conditions extérieures* établissent entre les deux systèmes d'images en conjonction fait que les impressions formées par l'un et par l'autre, en parfaite indépendance, sur la rétine, s'influencent réciproquement dans les centres percepteurs. En opposition comme elles le sont, ces impressions tendent nécessairement à l'amortissement réciproque des sensations de relief et de profondeur qu'elles sont capables de faire naître. On conçoit même que les conditions d'égalité de ces deux ordres de sensations puissent être assez parfaites pour empêcher jusqu'à la moindre manifestation stéréoscopique. A partir de ce point neutre, si l'une des impressions s'accroît graduellement, en devenant de plus en plus prépotente, non seulement elle

reprendra, avec une accentuation de plus en plus forte, son activité stéréoscopique naturelle, mais elle entraînera, dans son mouvement propre, l'impression rétinienne, de sens contraire, à laquelle elle est associée et qu'elle s'était bornée d'abord à neutraliser purement et simplement.

Il serait actuellement téméraire de chercher à pénétrer plus profondément dans l'intimité du mécanisme de cet entraînement qui fait perdre son autonomie à l'impression rétinienne dominée. C'est déjà beaucoup d'avoir pu déterminer avec précision les causes essentielles, c'est-à-dire les *conditions extérieures* du phénomène.

A cette détermination, la Science doit l'introduction, dans les mécanismes de la stéréoscopie, d'un facteur d'ordre purement physiologique, resté insoupçonné jusqu'ici. Ce nouveau facteur, puissant transformateur d'impressions rétiniennes dans les centres percepteurs, ne représente pas seulement une acquisition scientifique intéressante en elle-même. Elle rendra peut-être service aux chercheurs, physiologistes ou physiciens, en les préservant des erreurs d'interprétation auxquelles ils sont exposés, quand ils sont appelés à faire intervenir l'acte de la perception visuelle, dans la constatation des faits de la physique générale des diverses radiations. D'un autre côté, cette notion nouvelle ne sera pas indifférente au progrès général de la psycho-physiologie des sensations.

PHYSIQUE. — *Sur le spectre continu des vapeurs métalliques, et la photosphère solaire.* Note de M. **Gouy**.

1. J'ai montré ailleurs [1] que les flammes chargées de sodium produisent un spectre continu assez intense, qui n'exige pas du reste une densité de vapeur métallique considérable, mais seulement une quantité q de vapeur suffisante, d'ailleurs très petite. Ce spectre continu accompagne la raie D et en forme manifestement une dépendance. Des mesures restées inédites permettent de compléter ces données, et de définir ce spectre en prenant pour unité le rayonnement d'un corps noir à la température de la flamme.

Le Tableau suivant donne, pour $q = 10^{-7}$, le pouvoir émissif ou absor-

[1] *Recherches photométriques sur les flammes colorées* (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XVIII, p. 1879).

bant p de la flamme (¹) ; Q désigne la valeur de q qui correspondrait à un pouvoir absorbant de 0,999, calculée d'après p.

λ.	p.	Q.	λ.	p.	Q.
5190	$5,0 \cdot 10^{-5}$	$1,40 \cdot 10^{-2}$	5920	$5,70 \cdot 10^{-3}$	$1,21 \cdot 10^{-4}$
5290	$6,5 \cdot 10^{-5}$	$1,06 \cdot 10^{-2}$	5940	$2,62 \cdot 10^{-3}$	$2,61 \cdot 10^{-4}$
5390	$8,5 \cdot 10^{-5}$	$8,11 \cdot 10^{-3}$	5990	$1,12 \cdot 10^{-3}$	$6,16 \cdot 10^{-4}$
5490	$1,15 \cdot 10^{-4}$	$6,00 \cdot 10^{-3}$	6040	$6,7 \cdot 10^{-4}$	$1,03 \cdot 10^{-3}$
5590	$1,7 \cdot 10^{-4}$	$4,01 \cdot 10^{-3}$	6090	$4,0 \cdot 10^{-4}$	$1,73 \cdot 10^{-3}$
5690	$2,9 \cdot 10^{-4}$	$2,38 \cdot 10^{-3}$	6190	$2,0 \cdot 10^{-4}$	$3,45 \cdot 10^{-3}$
5740	$4,4 \cdot 10^{-4}$	$1,57 \cdot 10^{-3}$	6290	$1,25 \cdot 10^{-4}$	$5,51 \cdot 10^{-3}$
5790	$7,5 \cdot 10^{-4}$	$9,20 \cdot 10^{-4}$	6390	$8,5 \cdot 10^{-5}$	$8,10 \cdot 10^{-3}$
5840	$2,12 \cdot 10^{-3}$	$3,25 \cdot 10^{-4}$	6490	$6,0 \cdot 10^{-5}$	$1,15 \cdot 10^{-2}$
5860	$3,90 \cdot 10^{-3}$	$1,77 \cdot 10^{-4}$	6590	$4,7 \cdot 10^{-5}$	$1,47 \cdot 10^{-2}$

Comme je l'ai rappelé récemment (²), les propriétés d'une telle flamme ne dépendent pas directement de la densité de vapeur métallique, ni de l'épaisseur, mais seulement de leur produit q.

Le spectre continu serait proportionnel à l'éclat de la raie D, si une grande partie de la lumière de cette raie n'était pas arrêtée par l'absorption (³), en sorte que, plus q est grand, plus le spectre continu est important par rapport à l'éclat réel de la raie.

2. Ce spectre continu est dû vraisemblablement aux perturbations du mouvement lumineux, produites par les rencontres entre atomes et molécules (⁴). Le calcul indique que l'énergie du rayonnement entre les longueurs d'onde λ et $\lambda + \Delta\lambda$ doit être une fraction du rayonnement des atomes (absorbé ou non), égale à

$$\left(\frac{\lambda_0}{\lambda_0 - \lambda}\right)^2 \frac{\Delta\lambda}{4\pi^2 V\tau},$$

(¹) q est exprimé en unités C. G. S. Cette valeur correspond à une flamme de 5cm où le poids de sodium est au plus 0,0001 du poids des gaz de la flamme; c'est pourtant une des plus riches en sodium que j'aie employées.

(²) *Comptes rendus*, 24 juin 1912.

(³) Pour la flamme du Tableau, les $\frac{43}{44}$ de la lumière émise par les atomes de sodium sont ainsi arrêtés avant de sortir de la flamme (*Annales*, *loc. cit.*).

(⁴) A ces spectres, dépendance de la raie, il peut se superposer des spectres continus tout autres, qui paraissent dus à des composés oxydés ou autres. Tel paraît être le cas du potassium, et aussi celui du sodium dans le bleu et le violet (*Annales*, *loc. cit.*).

λ_0 désignant la longueur d'onde de la raie, τ l'intervalle de temps moyen entre deux rencontres, et V la vitesse de la lumière ([1]).

D'après cela, ce spectre continu doit exister pour les divers métaux. On voit aussi qu'il doit être proportionnel à la densité des gaz de la flamme, toutes choses égales d'ailleurs. Il doit donc être bien moins intense pour des vapeurs *pures*, à valeur égale de q, et dans ce cas son intensité doit être proportionnelle au produit de q par la densité de la vapeur pure.

3. Ces spectres continus des vapeurs sont surtout intéressants au point de vue des problèmes de la Physique solaire, et pour l'application du spectre continu de la photosphère. On regarde souvent celle-ci comme formée de nuages, dus à la condensation des corps les moins volatils. Cette hypothèse présente une grave difficulté dès qu'on introduit dans la question des données quantitatives. Ces nuages, en se formant, devraient nécessairement laisser autour d'eux une atmosphère saturée de leur propre vapeur, qui, plus ou moins refroidie, produirait les raies de Fraunhofer. Or cette couche saturée, quelque idée qu'on se fasse raisonnablement de son épaisseur, ainsi que de la tension de vapeur saturée, *contiendrait une quantité de vapeur énormément plus grande que celle qui produit les raies de Fraunhofer*.

Comme exemple, à défaut de nuages de sodium, qu'on ne peut admettre, nous pouvons envisager un corps qui serait moins volatil que tous les corps connus, et aurait à la température de 6000° une tension de vapeur saturée

---

([1]) Les mesures du Tableau sont, pour l'ordre de grandeur, un peu d'accord avec cette formule. Par exemple, pour $\lambda = 5790$ et pour $\Delta\lambda = 1$, la fraction vaudrait $\frac{1}{70} \cdot \frac{\theta_0}{\tau}$ (θ_0 est la période de la raie). L'éclat absolu de la raie vaut 11,1 (*Comptes rendus, loc. cit.*), et si l'absorption n'existait pas, il vaudrait 44 fois plus, soit 488. L'intensité mesurée du spectre continu est $7,5.10^{-4}$, et l'on en déduit $\frac{\tau}{\theta_0} = 9300$, chiffre un peu faible.

Le calcul est fait en supposant que la perturbation est presque subite, ce qui est certainement inexact. L'incertitude qui en résulte est d'autant plus grande qu'on s'éloigne davantage de la raie. D'autre part, la formule n'est pas valable au voisinage immédiat de la raie, parce qu'on n'a pas tenu compte de l'effet Doppler. Les expériences sont peu précises, et devraient être reprises avant de se prononcer sur l'accord avec la formule.

de $0^{atm},01$. Admettons que la vapeur de ce corps joue le rôle de celle du sodium; d'après le nombre donné récemment, on trouve (1) qu'une épaisseur de 3^{μ} de cette vapeur saturée contiendrait autant de ce corps qu'il devrait en exister, dans la couche renversante tout entière, pour produire les raies avec leur largeur réelle (2).

4. D'après les données numériques qui précèdent, on voit que le spectre continu de la photosphère peut s'expliquer bien aisément, et sans faire intervenir de densités de vapeur considérables. Considérons, par exemple, une couche de 1000^{km} d'épaisseur qui serait opaque à $\frac{1}{1000}$ près pour la longueur d'onde 5690. La valeur de Q du Tableau, nous apprend que cette couche contiendrait seulement 24^{kg} de sodium par kilomètre cube.

Pour nous rapprocher un peu plus des conditions des vapeurs solaires, nous pouvons imaginer que la couche considérée contienne un certain nombre de métaux, pour lesquels la relation entre p et λ serait la même que le sodium, mais *décalée* de 100 unités d'Angström d'un métal au suivant (3). L'absorption de cette couche fictive se calcule aisément d'après les données du Tableau; elle a sa valeur minimum au milieu de l'intervalle de deux raies, et cette valeur est $p = 7,1.10^{-3}$; d'où $Q = 9,7.10^{-5}$. Ainsi cette couche de 1000^{km}, opaque à moins de $\frac{1}{1000}$ près pour tout le spectre, contiendrait environ 1^{kg} de chacun des métaux par kilomètre cube (4).

Une telle couche, de température uniforme, donnerait un spectre bien continu. Si nous la supposons complétée par une couche plus froide, ayant une quantité q de vapeur 500000 fois plus petite, nous aurons une sorte de représentation schématique de la surface de la photosphère. La discontinuité de ces deux couches n'est, du reste, pas admissible, et l'on doit se représenter plutôt la photosphère comme formée de vapeurs, dont la tem-

(1) *Comptes rendus, loc. cit.* Nous avons indiqué que pour $q = 2,10^{-10}$, on reproduisait les raies D_1 et D_2 sensiblement avec leur largeur réelle dans le Soleil. Le calcul actuel est fait en supposant que la vapeur du corps a même densité que l'air, à température et pression égales.

(2) On ne lèverait pas la difficulté en attribuant la formation des nuages photosphériques à une vapeur qui n'aurait pas de pouvoir absorbant, car il faudrait encore admettre que cette vapeur arrive des profondeurs du Soleil à l'état pur, et sans entraîner avec elle du sodium et d'autres métaux, même à l'état de traces.

(3) Ce mélange, en faible épaisseur, donnerait donc, dans le spectre visible, une quarantaine de raies équidistantes et toutes pareilles.

(4) Ce chiffre représente la densité de l'air dans un tube de Crookes où la pression serait $\frac{1}{2000}$ de micron.

pérature varie d'une manière continue, les parties les plus extérieures produisant les raies de Fraunhofer et les autres le fond du spectre.

D'après ce qui précède, il paraît vraisemblable que *les parties du Soleil qui nous envoient des radiations, et sont ainsi accessibles à notre vue, ne contiennent des vapeurs métalliques qu'à un degré de raréfaction extrême* (1).

PHYSIQUE. — *Étude des mouvements verticaux de la tour Eiffel.* Note de M. **Ch.-Éd. Guillaume.**

Des déterminations faites par les soins du Service géographique ont révélé, pour le sommet de la tour Eiffel, des mouvements horizontaux atteignant un décimètre environ sous l'effort des vents les plus intenses, et une grandeur à peu près double sous l'action unilatérale du rayonnement solaire. Les mouvements verticaux de la tour n'avaient pas encore été étudiés. Avec l'aimable autorisation de M. Eiffel, j'ai entrepris de les suivre d'une façon continue, en limitant, pour le moment, les expériences à la portion de la tour comprise entre le sol et le plancher du deuxième étage, et dont la hauteur est de 116^m, dont 3^m environ appartiennent aux piles sur lesquelles repose la tour.

Un fil d'invar, fixé à un piquet enfoncé dans le sol, est attaché, d'autre part, à un équipage porté sur un couteau encastré dans un levier, monté également sur un couteau, et oscillant librement dans une chape. Le levier actionne, par une goupille latérale, une barrette chaussée sur l'axe portant la plume d'un enregistreur Richard. Un amortisseur à huile lourde rend les mouvements du levier complètement apériodiques.

La tension du fil est réglée par la charge du levier. On peut, en outre, par une légère modification de cette charge, déplacer un peu l'équilibre, et amener la plume, au début d'une inscription, à l'endroit le plus convenable de la feuille. L'enregistreur est porté sur un escabeau indépendant, dont les déplacements permettent de modifier à volonté l'amplification du mouvement enregistré. Suivant la nature des observations, on a adopté des déroulements plus ou moins rapides, le tour étant fait en une heure, en un jour ou en une semaine.

(1) Certains corps (hydrogène, hélium, etc.) ne sont *actifs* au point de vue spectroscopique que dans des conditions spéciales. Ce qui précède s'applique aussi à ces corps *dans leur état actif;* mais si, au contraire, ils sont obscurs et transparents, nous n'avons rien à en dire pour le moment.

La longueur d'un fil métallique, à la température θ et sous la tension f, est exprimée par l'équation

$$l_{\theta,f} = l_{0,0}\left[l + \alpha\theta + \frac{f}{\sigma E(1+\gamma\theta)}\right],$$

où α est le coefficient de la dilatation thermique du fil, σ sa section, E son module d'élasticité, γ le coefficient de la variation thermique de ce dernier. Or, dans l'invar, au contraire des autres métaux ou alliages, γ est positif, et égal à $0,47.10^{-6}$ environ. E étant égal à 16 tonnes-force : mm^2 pour l'invar écroui, on en conclut que, pour une augmentation de la tension du fil égale à 1 kg-force : mm^2, sa dilatabilité diminue de $0,03.10^{-6}$.

Le fil dont je me suis servi, et dont la section est de $2^{mm^2},14$, possède, sous une tension de 10 kg-force, un coefficient de dilatation égal à $0,126.10^{-6}$.

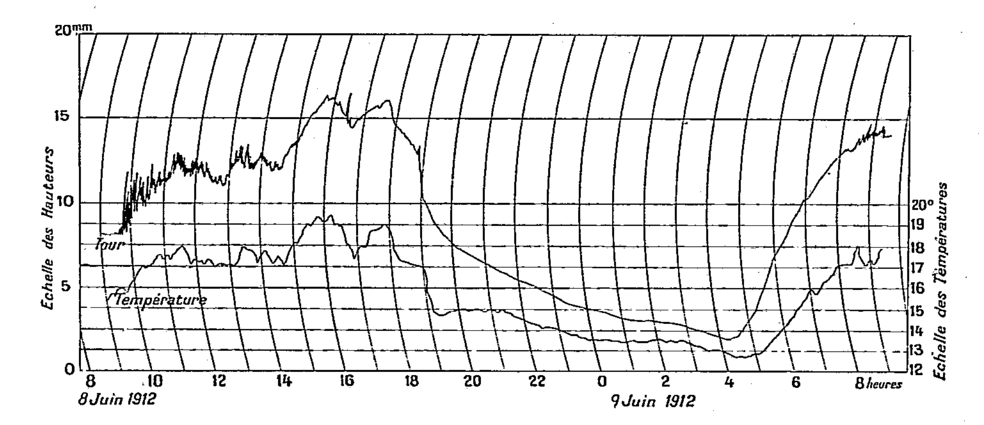
Sa dilatabilité diminue de $0,014.10^{-6}$ pour chaque kilogramme dont sa tension augmente, et s'annule sous une tension totale de 19 kg-force. Sous cette tension, la longueur du fil est ainsi rigoureusement indépendante de la température.

J'avais projeté de fixer la tension à cette valeur; mais l'action du vent s'étant montrée trop forte, je l'ai poussée d'emblée jusqu'à 25^{kg}, et plus tard jusqu'à 50^{kg}. Sous cette dernière tension, la dilatabilité du fil est égale à $-0,43.10^{-6}$. Le fil ajoute donc, aux mouvements thermiques de la tour, un supplément égal à $\frac{1}{23}$ de leur valeur. C'est là une petite correction, dont il y aura lieu de tenir compte dans la discussion serrée des résultats, mais qui est négligeable pour un premier aperçu.

Le vent courbe le fil et diminue la distance rectiligne de ses extrémités, proportionnellement au carré de la flèche, laquelle est, elle-même, proportionnelle au carré de la vitesse du vent. Grâce à l'amortissement très énergique des mouvements du levier, on peut considérer les déviations du fil comme pratiquement commandées par l'intensité instantanée du vent, sans que l'inertie intervienne. Les coups de vent s'inscrivent, dans les diagrammes, par des pointes dirigées vers le haut, et dont la base s'appuie sur la courbe générale du mouvement thermique; car il suffit que le vent s'apaise pendant une ou deux secondes, pour que le levier redescende à sa position normale; et l'observation montre que de tels arrêts du vent se produisent à intervalles rapprochés. Ainsi, même dans les jours de tempête, l'appareil fournit un tracé correct des mouvements thermiques, auquel s'ajoute, vers le haut, l'inscription de tous les coups de vent.

Le diagramme ci-dessous, obtenu avec la première tension du fil, montre, pour les 24 heures comprises dans la feuille des 8 et 9 juin derniers, les mouvements de la tour, amplifiés huit fois dans l'original et ramenés à deux fois dans la reproduction qui en est faite ici. En regard, on a porté les températures enregistrées pour la même période sur la terrasse du Bureau central météorologique, situé à quelques centaines de mètres de la tour. On aura tous les éléments d'examen, en notant qu'une forte averse tomba sur Paris le 8 juin à 19^{h}.

On est frappé, à l'inspection du diagramme, par la simultanéité presque



parfaite de tous les mouvements; en particulier, la forte baisse de température qui s'est produite à 19^{h} affecte au même moment les deux inscriptions. Toutefois, après le début de la chute, celle-ci est un peu plus lente pour la tour que pour le thermographe. Les plus fortes variations de température ont provoqué des mouvements de 2^{cm} à 3^{cm}.

En plusieurs points du diagramme de la tour, on remarque les brusques crochets dus au vent; mais, même dans des journées beaucoup plus mouvementées, la courbe de base apparaît avec une netteté parfaite.

Dans certains jours de tempête, l'appareil, mis au déroulement rapide, a enregistré avec fidélité la structure des coups de vent; il les a montrés plus intermittents que ne le font les anémomètres ordinaires. Par exemple, dans la bourrasque du 16 juin dernier, l'appareil s'est mis au repos pendant de courts instants toutes les deux ou trois minutes.

L'appareil qui vient d'être décrit est donc à la fois un thermographe et un anémographe à peu près indépendants. Si l'on voulait le faire servir seulement comme anémographe, il conviendrait de le rendre indépendant de la température.

Supposons deux fils de même métal (du nickel étiré conviendrait bien à cet usage), suspendus à une poutre horizontale, et supportant par ses extrémités un levier chargé excentriquement, de façon à exercer sur les fils des efforts différents. La variation de la distance linéaire comprise entre les extrémités des fils sera donnée par l'expression

$$\Delta l = \frac{1}{6} a^2 l^3,$$

l étant la longueur vraie des fils, a le paramètre de la parabole substituée à la chaînette qu'ils forment sous l'action horizontale du vent. Le coefficient a est proportionnel à l'effort linéaire du vent, et inversement proportionnel, pour chaque fil, à la tension qu'il supporte. Le fil le moins tendu étant plus dévié que l'autre, le levier s'incline, et le calcul montre que la tangente de l'angle qu'il forme avec l'horizontale est proportionnelle à la différence des distances de chacun des fils à son centre de gravité; elle est aussi proportionnelle au carré de l'effort linéaire du vent, ou à la quatrième puissance de sa vitesse.

La sensibilité de ce nouvel anémographe peut être modifiée instantanément par la charge du levier; il convient donc à des inscriptions dans un domaine très étendu de vitesse du vent.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection de deux de ses Membres qui feront partie, en 1912-1913, du *Conseil de Perfectionnement de l'École Polytechnique*.

MM. **Henri Poincaré** et **Henry Léauté** réunissent la majorité des suffrages.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** fait savoir à l'Académie que les pouvoirs de ses Membres qui, au nombre de huit, font partie de la

Commission technique de la Caisse des recherches scientifiques, touchent à leur fin et demande qu'on procède d'urgence à une nouvelle élection.

L'élection est fixée à la prochaine séance.

MM. **Jean Bosler**, **Élie** et **Émile Marchal** et **Camille Sauvageau** adressent des remercîments pour les distinctions que l'Académie a accordées à leurs travaux.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Étude dynamique des voitures automobiles*, par Albert Petot. Tome II : *Le moteur à explosion.*

2° *La Psychologie inconnue, à l'Académie des Sciences*, par Émile Boirac.

3° *Le Calcul des probabilités et ses applications*, par E. Carvallo. (Présenté par M. Maurice Hamy.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la généralisation du théorème de Parseval.* Note (1) de M. **W.-H. Young**, présentée par M. Émile Picard.

1. Le théorème de Parseval, dans la forme définitive qu'on lui a donnée, constate que si $f(x)$ et $g(x)$ sont deux fonctions de carrés sommables, dont les séries de Fourier sont

$$f(x) \sim \frac{1}{2} a_0 + \sum_{n=1} (a_n \cos nx + b_n \sin nx),$$

$$g(x) \sim \frac{1}{2} A_0 + \sum_{n=1} (A_n \cos nx + B_n \sin nx),$$

on aura

$$\frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(x)\, g(x)\, dx = \frac{1}{2} a_0 A_0 + \sum_{n=1} (a_n A_n + b_n B_n).$$

Nous allons démontrer une généralisation de ce théorème.

2. *Nous démontrerons d'abord que si $f(x)$ et $g(x)$ sont sommables,*

(1) Présentée dans la séance du 24 juin 1912.

$\int f(x+t)g(t)\,dt$ *existe au sens de M. Lebesgue, sauf pour des valeurs de x formant un ensemble de mesure nulle, et représente une fonction sommable de x.*

Désignons par $F(x)$ l'intégrale indéfinie $\int_a^x f(x)\,dx$. On sait alors que la fonction de x

$$\text{(A)}\qquad \int [F(x+t)-F(a+t)]\,g(t)\,dt = \int dt \int_a^x f(t+u)\,g(t)\,du$$

existe et a une valeur finie en tout point x.

Il suffit de supposer $f(x)$ et $g(x)$ positives. Écrivons $f(t, u, M)$ pour la fonction ayant la même valeur que $f(t+u)g(t)$ en tout point où cette valeur $\leqq M$, et ailleurs $= M$. Nous aurons

$$\begin{aligned}\text{(B)}\qquad & \int dt \int_a^x f(t+u)\,g(t)\,du \\ &= \int dt \lim_{M=\infty} \int_a^x f(t, u, M)\,du = \lim_{M=\infty} \int dt \int_a^x f(t, u, M)\,du \\ &= \lim_{M=\infty} \int_a^x du \int f(t, u, M)\,dt = \int_a^x du \lim_{M=\infty} \int f(t, u, M)\,dt.\end{aligned}$$

Or $\lim\limits_{M=\infty} \int f(t, u, M)\,dt$ peut avoir la valeur $+\infty$, mais, en conséquence de l'égalité (B), cela n'a lieu que dans les points d'un ensemble de mesure nulle. Partout où elle est finie, la limite est l'intégrale de $f(t+u)g(t)$, ce qui démontre la proposition.

3. D'après (A) et (B),

$$\frac{d}{dx}\int [F(x+t)-F(a+t)]\,g(t)\,dt = \int f(x+t)\,g(t)\,dt,$$

sauf aux points d'un ensemble de mesure nulle. Or

$$\begin{aligned}\frac{1}{\pi}\int_{-\pi}^{\pi} F(x+t)\,g(t)\,dt = C + \tfrac{1}{2}a_0 A_0 x &+ \sum_{n=1} n^{-1}(a_n \cos nx + b_n \sin nx)\,B_n \\ &+ \sum_{n=1} n^{-1}(a_n \sin nx - b_n \cos nx)\,A_n.\end{aligned}$$

Le second membre étant la série de Fourier d'une intégrale, on aura en

dérivant

(C) $$\frac{1}{\pi}\int_{-\pi}^{\pi} f(t+x)\,g(t)\,dt \sim \frac{1}{2}a_0 A_0 + \sum_{n=1} (a_n A_n + b_n B_n)\cos nx - \sum_{n=1} (a_n B_n - b_n A_n)\sin nx.$$

4. Partons maintenant de l'extension de l'inégalité de Schwarz,

$$\int UV\,dx \leqq \left(\int U^{1+p}\,dx\right)^{\frac{1}{1+p}} \left(\int V^{1+\frac{1}{p}}\,dx\right)^{1+\frac{1}{p}} \qquad (0 < U, 0 < V),$$

et posons d'une part

$$V = uv^{\frac{1}{(1+p)}}, \qquad V = v^{\frac{p}{(1+p)}},$$

nous aurons

(1) $$\left(\int uv\,dx\right)^{1+p} \leqq \left(\int u^{1+p}\,v\,dx\right)\left(\int v\,dx\right)^{p}.$$

Posons d'autre part

$$U = uv^{\frac{(1-pq)}{(1+p)}}, \qquad V = v^{\frac{p(1+q)}{1+p}} \qquad (0 < pq < 1),$$

et nous aurons

(2) $$\left(\int uv\,dx\right)^{1+p} \overset{=}{<} \left(\int v^{1-pq}\,u^{1+p}\,dx\right)\left(\int v^{1+q}\,dx\right)^{p}.$$

Appliquons l'inégalité (1) à la première intégrale du second membre de (2), remplaçant par $\frac{(1+q)}{(1-pq)}$ en (1) l'exposant $(1+p)$, et nous aurons

$$\left(\int v^{1-pq}\,u^{1+p}\,dx\right)^{\frac{(1+q)}{(1-pq)}} \leqq \int v^{1+q}\,u^{1+p}\,dx \left(\int u^{1+p}\,dx\right)^{\frac{q(1+p)}{(1-pq)}}.$$

D'après (2), donc

(D) $$\left(\int uv\,dx\right)^{\frac{(1+p)(1+q)}{(1-pq)}} \leqq \left(\int v^{1+q}\,u^{1+p}\,dx\right)\left(\int u^{1+p}\,dx\right)^{\frac{q(1+p)}{1-pq}}\left(\int v^{1+q}\,dx\right)^{\frac{p(1+q)}{1-pq}}$$

5. *Si* $[f(t)]^{1+p}$ *et* $[g(t)]^{1+q}$ *sont sommables et* $\frac{(1+p)(1+q)}{1-pq} = 2$ $(0 < p < 1,\ 0 < q < 1)$, *la série* $\sum_{n=1} (a_n^2 A_n^2 + b_n^2 B_n^2)$ *est convergente.*

Il suffira évidemment de supposer les fonctions $f(t)$ et $g(t)$ positives et paires, ce qui revient à poser $b_n = B_n = 0$.

Nous écrivons $u = f(t+x)$, $v = g(t)$, et le second membre et, par suite, le premier membre de l'inégalité (D) deviennent fonctions sommables de x, d'après le théorème du paragraphe 2.

La série de Fourier (C) correspond donc à une fonction de carré sommable; d'où la série $\sum a_n^2 A_n^2$ est convergente.

6. En particulier, « *si* $f(x)^{\frac{4}{3}}$ *est sommable, la série* $\sum_{n=1} (a_n^4 + b_n^4)$ *sera convergente*, d'où la généralisation « *si* $[f(x)]^k$ *est sommable, où* $k = \frac{2^r}{(2^r - 1)}$, *la série*

$$\sum_{n=1} (a_n^{2r} + b_n^{2r})$$

sera convergente » suit immédiatement.

On pourrait également généraliser le théorème du paragraphe 5.

Enfin, par des raisonnements analogues et l'emploi du théorème que j'ai démontré ailleurs, que si $[f(x)]^{1+p}$ et $[g(x)]^{1+\frac{1}{p}}$ sont sommables et $a_n A_n > 0$, la série $\sum_{n=1} a_n A_n$ est convergente; on obtient une généralisation encore plus étendue du théorème signalé dans 1 : *si* $[f(x)]^k$ *est sommable, où* $k = \frac{2r}{(2r-1)}$, *la série* $\sum_{n=1} (a_n^{2r} + b_n^{2r})$ *sera convergente.*

THERMODYNAMIQUE. — *Sur la détente de la vapeur d'eau saturante.* Note de M. **A. Leduc**, présentée par M. E. Bouty.

On sait qu'on peut représenter approximativement la détente de la vapeur d'eau primitivement saturante et sèche par la formule de Rankine :

(1) $$pv^n = \text{const.},$$

en donnant à n une valeur voisine de 1,135 (Zeuner) ou 1,140 (Grashof).

Je me suis proposé de préciser la valeur de n entre 160° et 80°, en utilisant, comme précédemment, les données numériques de Holborn et Henning et de Dieterici, et ma formule d'état des gaz réels

(2) $$Mpv = RT\varphi,$$

qui est applicable à la vapeur d'eau, ainsi que je l'ai montré [1].

---

[1] *Comptes rendus*, t. 153, p. 51. S'y reporter pour les références et la notation.

Faisons parcourir à l'unité de masse de fluide un cycle de Rankine entre T_0 et T_1, et soit x le titre de la vapeur à la fin de la détente adiabatique. Si $\varkappa$ désigne la chaleur spécifique de l'eau à T° sous la pression de la vapeur saturante, et L la chaleur latente de vaporisation, on a

$$\int_{T_0}^{T_1} \varkappa \frac{dT}{T} + \frac{L_1}{T_1} = \frac{L_0}{T_0} x. \tag{3}$$

L'unité de masse de vapeur occupe le volume v_1 à T_1 sous la pression maxima p_1, tandis qu'à T_0 c'est la masse x seulement qui occupe le volume v_0 sous la pression maxima p_0 (le volume de la masse $1-x$ d'eau condensée étant négligeable). On a donc

$$M p_1 v_1 = RT_1 \varphi_1 \qquad \text{et} \qquad M p_0 v_0 = x RT_0 \varphi_0,$$

d'où

$$\frac{x p_1 v_1}{T_1 \varphi_1} = \frac{p_0 v_0}{T_0 \varphi_0}, \tag{4}$$

qui, combinée avec

$$p_1 v_1^n = p_0 v_0^n,$$

donne finalement

$$\frac{n-1}{n} = \frac{\log T_1 - \log T_0 + \log \varphi_1 - \log \varphi_0 - \log x}{\log p_1 - \log p_0}. \tag{5}$$

Le Tableau ci-dessous a été calculé en partageant l'échelle que j'avais en vue en intervalles de 10°. Les résultats obtenus montrent qu'il n'y a pas lieu de subdiviser ces intervalles :

	x.	n.
De 160° à 150°...	0,9829	1,142
De 150° à 140°...	0,9824	1,144
De 140° à 130°...	0,9820	1,144
De 130° à 120°...	0,9815	1,144
De 120° à 110°...	0,9810	1,142
De 110° à 100°...	0,9805	1,140
De 100° à 90°...	0,9800	1,137
De 90° à 80°. .	0,9794	1,134

L'incertitude qui règne encore sur les données numériques utilisées ne permet pas de garantir l'exactitude de la troisième décimale de n. Cependant, si l'on reprend le calcul avec les données numériques de Regnault, on arrive à des résultats fort peu différents, comme le montre le Tableau suivant :

	D'après Regnault.		Au lieu de :	
	x.	n.	x.	n.
De 160° à 140°.......	0,9661	1,141	0,9656	1,143
De 140° à 120°.......	0,9636	1,144	0,9638	1,144
De 120° à 100°.......	0,9608	1,143	0,9619	1,141
De 100° à 80°.......	0,9578	1,139	0,9598	1,136

Après cette confrontation, on ne peut guère douter de la variation de n. Il semble même certain qu'il passe par un maximum vers 135°. On peut cependant appliquer, sans grande erreur, la formule de Rankine avec n constant, à condition de prendre $n = 1,14$, si la vapeur évolue entre 180° et 60° ou même 40°, par exemple, et $n = 1,135$, si la machine fonctionne à basse pression avec un condenseur très bien refroidi.

On remarque aussi que x diminue légèrement, quand la température initiale s'abaisse. Si l'on s'en tient au premier Tableau on trouve aisément que le titre de la vapeur, après une détente de θ degrés effectuée à partir de 160°, est représenté exactement par

$$x = (0,9983)^{\theta}\left[1 - \frac{\theta(\theta - 1)}{2} \times 5.10^{-6}\right]. \tag{6}$$

On pourra se contenter le plus souvent, dans les limites de l'application aux machines à vapeur, et quelle que soit la température initiale, mais plus spécialement entre 180° et 60°, de la formule plus simple :

$$x' = (0,9981)^{\theta}. \tag{6 bis}$$

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les propriétés électriques des alliages* Cu-Sn. Note de M. **R. Ledoux**, présentée par M. Henry Le Chatelier.

Le but de ces recherches a été de compléter par l'étude de l'ensemble des propriétés électriques nos connaissances sur la constitution des alliages Cu-Sn.

L'étude a porté sur vingt échantillons, de 10cm de longueur, et 5mm de diamètre, coulés dans une lingottière froide, et recuits, après une première série de mesures, à une température inférieure d'une cinquantaine de degrés à leur point de transformation le plus bas (soit 500° pour ceux tenant de 5 à 30 pour 100 Sn en volume, et 230° de 45 à 100 pour 100 Sn). La durée du recuit a été de 8 heures, ce qui n'a pas été suffisant pour la micrographie, mais a grandement régularisé toutes les mesures électriques. Nous avons eu beaucoup de difficultés à obtenir des barreaux suffisamment longs à 45 pour 100 Sn (à peu près Cu^3Sn), corps extrêmement fragile.

Résistivité. — La courbe en a déjà été tracée par Matthiessen. Nous l'avons vérifiée et nos points ne s'en écartent pas sensiblement (*fig.* 1). Plus intéressante est la courbe des coefficients de température α (*fig.* 2). Ainsi qu'il a déjà été formulé comme un fait général, elle conserve l'allure de la courbe de résistivité, présentant un

point singulier notable au Cu^3Sn. Le coefficient est négatif entre 22 pour 100 et 30 pour 100 Sn. L'alliage tenant 22 pour 100 de Sn (vers 18 pour 100 en poids) à

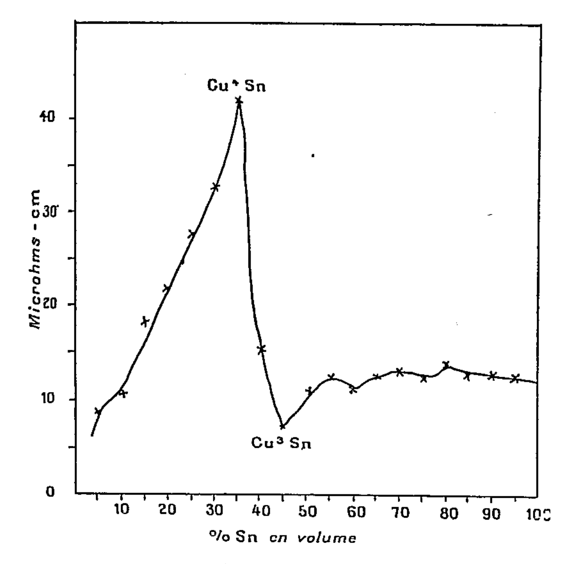


Fig. 1. — Résistivité des alliages Cu-Sn.

Fig. 2. — Pouvoir thermo-électrique à 0°, par rapport au Pb, système Cu-Sn.

coefficient nul serait peut-être assez solide pour que son étude comme étalon de résistance puisse être envisagée.

Pour 100 Sn (en volume).	ρ à 0° C.	$\alpha\left(\frac{\rho_{100}-\rho_0}{100\rho_0}\right)$.	Pour 100 Sn.	ρ.	α.
5	8,2	+0,00108	55	12,2	0,00215
10	10,4	0,00114	60	11,7	0,0024
15	18	0,0008	65	12,1	0,00242
20	21,7	+0,00051	70	12,95	0,00276
25	29,4	—0,00149	75	13,3	0,00296
30	32,5	—0,00003	80	13,4	0,00384
35	41,8	+0,00046	85	12,9	0,00354
40	15,32	0,00132	90	12,8	0,00307
45	8,75	0,00282	95	12,4	0,004
50	11,1	0,0027	100	12,8	0,0045

Pouvoir thermo-électrique (*fig.* 3). — Il ne semble pas y avoir de corrélation entre l'allure de la courbe et la constitution des alliages. Nous signalons seulement le minimum correspondant à la composition Cu^4Sn. La *variation* du pouvoir avec la température offre plus d'intérêt, surtout dans les alliages riches en cuivre (*fig.* 4). Nous y distinguons les trois constituants pricipaux décelés par l'analyse thermique entre Sn et Cu^3Sn : 1° de 0 à 15 pour 100 Sn environ, le corps α, solution solide, carac-

térisé par la brusque descente de la courbe; 2° de 15 pour 100 vers 35, c'est $\alpha + \delta$, mélange de solutions solides; 3° de 35 à 42,5 pour 100, $\delta +$ Cu^3Sn. Au delà, la courbe offre plus de difficulté d'interprétation.

Pour 100 Sn.	A.	B.	Pour 100 Sn.	A.	B.	Pour 100 Sn.	A.	B.
0	+3,57	+0,0101	35	2,13	0,0039	70	1,3	0,0068
5	0,81	0,002	40	1,54	0,0073	75	1,47	0,0066
10	0,66	0,0021	45	1,58	0,0089	80	1,06	0,007
15	1,17	0,0012	50	2,18	0,0089	85	0,41	0,00455
20	1,25	0,0023	55	2,07	0,008	90	+0,31	0,00455
25	0,86	0,0028	60	2,43	0,0076	95	—0,1	0,00185
30	0,49	0,0037	65	2,45	0,007	100	—0,13	0,0025

A et B en microvolts par degré, entre 0°-80° et 0°-+ 100°.

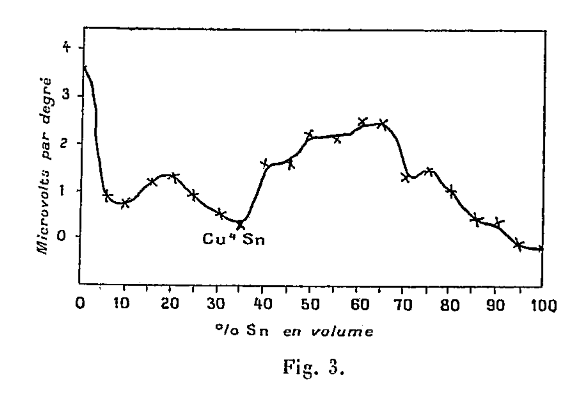


Fig. 3.

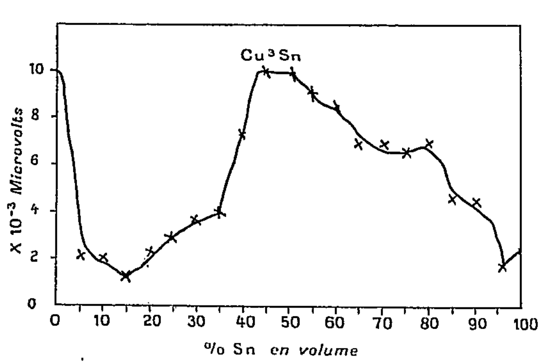


Fig. 4. — Variation du pouvoir thermo-électrique, système Cu-Sn par rapport au Pb.

La *force électromotrice de dissolution* ne nous a rien montré de nouveau et nous avons retrouvé la courbe établie par Laurie.

Nous avons donc retrouvé dans nos mesures le composé Cu^3Sn, que l'étude des autres propriétés physiques avait déjà manifesté. Par contre, l'état de recuit n'étant pas assez avancé, nous n'avons pas retrouvé le Cu-Sn; mais plusieurs de nos courbes indiquent un point singulier correspondant à la composition de Cu^4Sn.

PHOTO-ÉLECTRICITÉ. — *Phénomènes photo-électriques et absorption de la lumière.* Note de M. G. **Reboul**, présentée par M. Lippmann.

Dans une Note précédente (1), j'ai indiqué les particularités que présente l'émission photo-électrique des corps sensibles à la lumière; j'ai exposé

(1) *Comptes rendus*, février 1912.

ailleurs [1] comment on peut expliquer ces particularités par le changement de valence de l'atome métallique sous l'action réductrice de la lumière, en admettant avec J.-J. Thomson que la valence est liée à la charge positive de l'atome.

L'émission des charges négatives augmente en général avec l'épaisseur de la couche de sel sensible : cette variation permet de montrer facilement que l'émission dépend de l'absorption des radiations par les couches superficielles du sel.

Les expériences sont disposées comme il a été indiqué dans la Note citée plus haut.

On plonge une lame de cuivre polie dans une cuve contenant des vapeurs de brome diluées : il se forme du bromure de cuivre; les plages colorées qui se succèdent sur la lame caractérisent l'épaisseur de la couche de sel; ces diverses colorations nous renseignent aussi sur la nature des radiations absorbées par les parties superficielles de la lame, elles nous donnent donc un moyen de voir si l'émission négative est liée à l'absorption de certaines radiations.

I. On porte la lame dans l'appareil; une lentille de quartz forme sur cette lame l'image d'une fente éclairée par la lampe à mercure et disposée parallèlement aux plages colorées. En déplaçant la lame de cuivre, on amène le faisceau lumineux actif sur les diverses plages que repère une graduation et l'on mesure l'émission négative correspondante.

Voici les résultats que donne une lame fraîchement préparée :

Lumière réfléchie...	Brun.	Rouge pourpre.	Violet.	Gris bleu.	Gris jaune.	Jaune orangé pourpre.	Violet.	Vert.	Rouge gris violacé.	Gris,
Épaisseur en $\mu\mu$..... de	120	200	270	300	370	430	500	550	700	850
à	200	270	300	370	430	500	550	700	850	et au delà
Divisions de repères (millimètres).....	40	36	34	30	26	24	22	20 18	16 12	4 0
Émission négative...	7,1	5,7	4,6	4,8	5	5,1	4,8	5,5 5,1	4,7 5,1	8 13

L'on voit qu'il y a une série de minima; ils voisinent avec les plages où la lumière violette est le moins absorbée : les parties de la lame qui émettent la plus faible quantité de charges négatives sont celles qui absorbent le moins de radiations voisines du violet.

L'épaisseur correspondante aux minima doit dépendre de la longueur d'onde de la radiation employée : j'ai essayé de le montrer en décomposant par le prisme le faisceau lumineux actif; malheureusement, pour que

---

[1] *Le Radium*, t. IX, avril 1912.

l'émission des charges soit suffisante, il est nécessaire d'employer une fente plus large que dans le cas précédent : on trouve une série de minima; mais leur localisation n'est pas suffisamment précise pour qu'on les voie se déplacer suivant la longueur d'onde de la radiation ultraviolette agissante.

II. Si l'on expose la lame à la lumière du jour ou de la lampe à mercure, l'on constate que les minima s'effacent ou s'atténuent en même temps qu'ils paraissent se déplacer vers les couches les plus minces.

Par exemple, la lame précédente donne, après exposition d'une minute à la lampe à mercure, suivie de 2 heures de repos à l'obscurité :

Divisions de repères.....	40	36	34	30	26	24	22	20	18	16	12	4	0
Émission négative........	20	18	20	23	28	29	30	30	29	29	53	40	40

Ces résultats s'expliquent assez facilement : les parties de la lame qui émettent des charges en plus grande quantité sont celles qui absorbent le plus les radiations ultraviolettes, ce sont donc celles qui s'altèrent le plus rapidement sous l'action de la lumière; comme l'altération accompagne la fatigue photo-électrique du sel, l'on comprend que les maxima et les minima d'émission tendent à s'effacer.

III. A partir de la teinte grise qui succède aux couleurs du cinquième et du sixième ordre, l'émission n'augmente plus que très lentement à mesure que l'épaisseur croît.

Exemple :

	Plages colorées.			Teinte grise correspondante à épaisseur supérieure à 1400$^{\mu\mu}$.						
Division du repère (millimètres)...	42	38	36	32	28	24	20	14	10	4
Émission négative.	15	17	20	22	22	22	23	24	25	25

Il faut en conclure que l'absorption de la lumière croît avec l'épaisseur de la couche de sel, mais n'augmente plus beaucoup à partir de l'épaisseur de 1400$^{\mu\mu}$, qui correspond aux couleurs du sixième ordre.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse de l'acide α-phényl-α-β-diméthylhydrocinnamique.* Note de Mme **Ramart-Lucas**, présentée par M. A. Haller.

Dans une Communication précédente (1), nous avons décrit la synthèse

(1) Ramart-Lucas, *Comptes rendus*, t. 154, p. 1088.

de l'acide isopropyldiphénylacétique, que nous pensions être identique à un acide fondant à 173°, obtenu dans l'oxydation du carbure provenant de la déshydratation du pseudobutyldiphénylcarbinol.

Pour expliquer la formation d'acétophénone trouvée également dans ces produits d'oxydation, nous avons vu ([1]) qu'on était amené à admettre une migration phénylique lors de la déshydratation du carbinol. Cette hypothèse nous conduisait à attribuer au carbure la formule du diméthyl-1.2-diphényl-1.2-triméthylène

$$\begin{array}{c} \quad\quad CH^2 \\ {C^6H^5 \atop CH^3}\!\!>\!C\!-\!C\!<\!{C^6H^5 \atop CH^3} \end{array}$$

Par hydratation avec ouverture de la chaîne triméthylénique et oxydation ultérieure, on peut concevoir la formation de l'acide α-phényl-α-β-diméthylhydrocinnamique

$${C^6H^5 \atop CH^3}\!\!>\!CH - C\!\begin{array}{l} \diagup C^6H^5 \\ -COOH \\ \diagdown CH^3 \end{array}$$

La synthèse de cet acide fera l'objet de la présente Note.

En partant du nitrile-α-phénylcinnamique, deux voies étaient à notre disposition pour arriver à cet acide. La première consistait, suivant les indications de Kohler ([2]), à faire réagir sur le dérivé magnésien provenant de l'action de l'iodure de méthylmagésium sur le nitrile-α-phénylcinnamique une nouvelle molécule d'iodure de méthyle suivant l'équation

$${C^6H^5 \atop CH^3}\!\!>\!CH - C\!\begin{array}{l} \diagup C^6H^5 \\ \diagdown\!\!\diagdown C = N - MgI \end{array} + CH^3I = {C^6H^5 \atop CH^3}\!\!>\!CH - C\!\begin{array}{l} \diagup C^6H^5 \\ -CN \\ \diagdown CH^3 \end{array} + MgI^2$$

La deuxième consistait à méthyler, au moyen de l'amidure de sodium et de l'iodure de méthyle, le nitrile α-phényl-β-méthylhydrocinnamique.

Nitrile α-phényl-β-méthylhydrocinnamique. — Le nitrile α-phényl-β-méthylhydrocinnamique a été préparé en faisant réagir l'iodure de méthylmagnésium sur le nitrile de l'acide α-phénylcinnamique au sein de l'éther. On obtient ainsi de fines aiguilles blanches fondant à 129°-130°, peu solubles dans l'éther de pétrole, solubles dans l'éther et l'alcool à chaud et

---

([1]) Ramart-Lucas, *Comptes rendus*, t. 154, p. 1617.

([2]) Kohler, *Amer. Journ.*, t. XXXV, p. 393.

distillant à 210°-212° sous 16mm. A côté de ces cristaux on obtient une partie huileuse distillant à 192°-193° sous 16mm et se montrant à l'analyse isomère avec le produit cristallisé. Nous nous trouvons donc en présence de deux isomères du nitrile α-phényl-β-méthylhydrocinnamique.

Acides α-phényl-β-méthylhydrocinnamiques. — Afin de fixer la nature de l'isomérie des nitriles précédents, nous les avons saponifiés en les chauffant avec un mélange d'acide chlorhydrique et d'acide acétique en tube scellé pendant 12 heures à 180°. Les résultats ont été les mêmes avec les deux nitriles. Chacun d'eux a fourni deux acides, l'un fondant à 180°-181°, l'autre fondant à 133°-134°. Ces deux acides répondent à la formule $C^{16}H^{16}O^2$ de l'acide α-phényl-β-méthylhydrocinnamique

$$\begin{matrix} C^6H^5 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>CH - CH<\!\!\begin{matrix} C^6H^5 \\ COOH \end{matrix}$$

Nous pouvons en conclure que l'isomérie des deux nitriles qui leur a donné naissance est une isomérie stéréochimique. Nos expériences et nos conclusions sont conformes à celles de Kohler (1) qui a également obtenu deux nitriles isomères dans l'action de l'iodure d'éthylmagnésium sur le nitrile α-phénylcinnamique.

Nitrile α-phényl-αβ-diméthylhydrocinnamique. — I. *Préparation par la réaction de Kohler.* — Dans la préparation même du nitrile α-phényl-β-méthylhydrocinnamique dont nous venons de parler, lorsque le dérivé magnésien s'est formé, on ajoute une nouvelle molécule d'iodure de méthyle et l'on chauffe 4 heures au bain-marie. On décompose le produit de la réaction par de l'eau, on lave la solution éthérée, on décante, on chasse l'éther, puis on distille le résidu sous pression réduite. On obtient ainsi un liquide assez épais, distillant à 195°-196° sous 16mm, et répondant à la formule $C^{17}H^{17}N$ du nitrile α-phényl-αβ-diméthylhydrocinnamique

$$\begin{matrix} C^6H^5 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>CH - C\begin{matrix} \diagup C^6H^5 \\ -CN \\ \diagdown CH^3 \end{matrix}$$

II. Ce même nitrile a été encore obtenu en partant du nitrile α-phényl-β-méthylhydrocinnamique que nous avons traité au sein du benzène anhydre par 1mol d'amidure de sodium. Il y a dégagement d'ammoniac et en

(1) *Loc. cit.*

même temps l'amidure disparaît. Après avoir chauffé quelques heures au bain-marie, nous avons ajouté $1^{mol},25$ d'iodure de méthyle, puis chauffé encore 2 heures. La solution benzénique, décomposée par l'eau et convenablement lavée, a été distillée sous pression réduite. On obtient ainsi une huile distillant à 195°-196° sous 16^{mm}, et à laquelle l'analyse assigne la formule $C^{17}H^{17}N$.

Acide α-phényl-αβ-diméthylhydrocinnamique. — Cet acide a été obtenu par saponification du nitrile dont nous venons de parler. Cette saponification a été faite en chauffant le nitrile avec un mélange d'acide acétique et d'acide chlorhydrique en tube scellé pendant 12 heures à 180°. Les résultats ont été les mêmes, que nous soyons partis soit du nitrile préparé au moyen de l'amidure de sodium, soit de celui préparé par la méthode de Kohler.

Dans les deux cas nous avons obtenu un acide unique fondant à 181°-182° répondant à la formule $C^{17}H^{18}O^2$ de l'acide α-phényl-αβ-diméthylhydrocinnamique

$$\begin{matrix} C^6H^5 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>\!CH - C\!\begin{matrix} \diagup C^6H^5 \\ -COOH \\ \diagdown CH^3 \end{matrix}$$

Cet acide se présente sous la forme de fines aiguilles, peu solubles dans l'éther de pétrole, solubles dans l'éther et l'alcool à chaud. Il ne s'est pas montré identique à l'acide fondant à 173°, obtenu parmi les produits d'oxydation du carbure provenant de la déshydratation du pseudo-butyldiphénylcarbinol.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Hydrogénation catalytique de la benzylidène-acétophénone: diphénylpropane et dicyclohexylpropane symétriques.* Note de M. J. **Frézouls**, présentée par M. Haller.

Dans une précédente Communication j'ai fait connaître la benzylidène-hexahydroacétophénone et l'hexahydrobenzylidène-acétophénone. Quant à l'hexahydrobenzylidène-hexahydroacétophénone, je n'ai pu l'isoler par le même procédé. Espérant obtenir au moins la cétone saturée correspondante, j'ai hydrogéné la benzylidène-acétophénone par la méthode de MM. Sabatier et Senderens.

L'expérience n'a pas confirmé mes prévisions : j'ai obtenu deux carbures, le 1.3-dicyclohexylpropane et le 1.3-diphénylpropane.

1.3-*dicyclohexylpropane* $C^6H^{11}-CH^2-CH^2-CH^2-C^6H^{11}$. — Lorsqu'on entraîne des vapeurs de benzylidène-acétophénone par un courant d'hydrogène sur du nickel, réduit à 250° et chauffé à 200°, on constate la formation d'eau et d'un liquide incolore. Une distillation fractionnée permet de recueillir à 284° (non corrigé) un carbure auquel l'analyse assigne la formule $C^{15}H^{28}$. C'est le dicyclohexylpropane. La réaction produite s'exprime par la formule suivante :

$$C^6H^5-CH=CH-CO-C^6H^5+18H=H^2O+C^6H^{11}-CH^2-CH^2-CH^2-C^6H^{11}.$$

M. Darzens (1) avait déjà hydrogéné les cétones saturées et obtenu les carbures correspondants. M. Godchot (2) était arrivé au même résultat en opérant avec l'anthraquinone et l'hexahydroanthrone, le groupement CO se transformant régulièrement en CH^2. Mais en soumettant les cétones non saturées à l'hydrogénation en présence d'un nickel très actif, M. Darzens (3) a pu obtenir les cétones saturées correspondantes et faire disparaître la double liaison sans atteindre le groupement CO.

Je n'ai pu, avec la benzylidène-acétophénone, obtenir le même résultat; mais il faut remarquer que le passage de cette cétone dans le tube à nickel est très lent, car il existe une grande différence entre son point d'ébullition (345°-348°) et la température d'hydrogénation (200°) : en fait, l'hydrogénation dans ces conditions est complète.

Le dicyclohexylpropane bout à 291°-292° (corr.). Refroidi à — 30°, il se solidifie en donnant de belles aiguilles fusibles à — 17°. Ce nouveau carbure se présente à la température ordinaire sous la forme d'un liquide incolore de densité $d_{24}^{24}=0,8752$ et d'indice $n_D^{24}=1,4736$. La réfraction moléculaire pour $C^{15}H^{28}$ est, d'après ces chiffres, 66,75 (calculé pour le dicyclohexylpropane : 66,94). Ce carbure est attaqué lentement, à froid, par le mélange sulfonitrique avec production d'un dérivé cristallisé que je me propose d'étudier.

1.3-*diphénylpropane* $C^6H^5-CH^2-CH^2-CH^2-C^6H^5$. — Lorsque le nickel a servi pendant quelques jours à la préparation du dicyclohexylpropane, l'absorption de l'hydrogène diminue sensiblement. On recueille toujours un carbure mélangé d'eau, mais le point d'ébullition du produit d'hydrogénation s'élève peu à peu et atteint 291°. L'analyse montre que le

---

(1) Darzens, *Comptes rendus*, t. 139, 1904, p. 868.

(2) Godchot, *Thèse de doctorat ès sciences* (Faculté des Sciences de Paris, 1907).

(3) Darzens, *Comptes rendus*, t. 140, p. 152.

liquide obtenu alors est un mélange de carbure saturé et de carbure non saturé, la proportion de ce dernier augmentant à mesure que l'activité du nickel diminue : aussi, après avoir fait passer dans le tube à nickel une assez grande quantité de benzylidène-acétophénone, n'obtient-on plus qu'un produit passant à la distillation à 291°-292° (non corrigé). L'analyse montre que le liquide recueilli est du diphénylpropane $C^{15}H^{16}$. Ce résultat permet de conclure qu'à ce moment le nickel n'est plus assez actif pour hydrogéner les deux groupements cycliques des extrémités de la chaîne grasse, mais l'est encore assez pour faire disparaître la double liaison de cette chaîne et transformer en CH^2 le groupement CO.

Le 1.3-diphénylpropane a déjà été obtenu par Graebe ([1]) en réduisant en tube scellé la dibenzylcétone par le phosphore rouge et l'acide iodhydrique. Merz et Weith ([2]) ont montré que ce carbure se forme également dans la distillation d'un mélange de chaux iodée et de dibenzylacétate de baryum. Enfin Claus et Mercklin ([3]) l'ont trouvé parmi les produits que donne l'action du benzène sur la trichlorhydrine, en présence de chlorure d'aluminium.

Ce carbure est un liquide incolore qui bout à 299°-300° (corr.) et ne se solidifie pas à — 50°. Il a comme densité $d_{19}^{19} = 0,9018$, et comme indice $n_D^{19} = 1,5028$. La réfraction moléculaire pour $C^{15}H^{16}$ est d'après ces chiffres 64,23. (Calculé pour le diphénylpropane : 64,56.) Le carbure est attaqué vivement par le mélange sulfonitrique qui le transforme en dérivé nitré cristallisé.

J'ai déjà obtenu quelques dérivés de ces deux carbures. La même méthode, appliquée à d'autres cétones benzylidéniques, me permettra sans doute d'obtenir les carbures correspondants.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Méthode de synthèse de nitriles dans la série cyclanique.* Note de MM. V. **Grignard** et E. **Bellet**, présentée par M. A. Haller.

Jusqu'à présent, on ne possède aucune méthode régulière pour souder le groupement — C≡N aux noyaux cyclaniques, et ceci tient principalement à la facilité bien connue avec laquelle, dans cette série, les dérivés halo-

([1]) Graebe, *Deutsch. chem. Ges.*, 1874, p. 1627.
([2]) Merz et Weith, *Deutsch. chem. Ges.*, 1877, p. 759.
([3]) Claus et Mercklin, *Deutsch. chem. Ges.*, 1885, p. 932.

génés nucléaires se dédoublent en cyclènes et hydracides. C'est ainsi, par exemple, que Brunel (1) a essayé vainement de préparer le nitrile hexahydrobenzoïque par action du chlorocyclohexane sur le cyanure de potassium.

Comme ces dérivés halogénés donnent aisément des organo-magnésiens, nous avons songé à leur étendre les méthodes découvertes par l'un de nous (2) et appliquées déjà dans les séries aliphatique et aromatique.

La méthode au chlorure de cyanogène ne paraît pas convenir ici; tout au moins, avec le bromure de cyclohexyl-magnésium, il n'a fourni qu'une très faible quantité de nitrile hexahydrobenzoïque, tandis que le produit principal était le chlorocyclohexane, c'est-à-dire que ce réactif se comporte surtout comme le bromure et l'iodure de cyanogène dans les autres séries, d'après le schéma

$$C^6H^{11}MgBr + ClCN = C^6H^{11}Cl + BrMgCN.$$

Le cyanogène, au contraire, nous a donné des résultats satisfaisants, conformément à la réaction

$$C^6H^{11}MgBr + CN - CN = C^6H^{11}CN + BrMgCN.$$

L'opération est conduite comme dans les cas déjà étudiés.

Le cyanogène, préparé par la méthode de Jacquemin, est amené parfaitement sec dans de l'éther anhydre refroidi par un mélange réfrigérant; son poids peut ainsi être déterminé assez approximativement par pesée directe. Dans cette solution, refroidie par de l'eau glacée, on fait tomber goutte à goutte le magnésien, en agitant; il se produit des flocons blancs qui se concrètent sur les parois et au fond du ballon en une masse visqueuse, d'abord grisâtre, puis, peu à peu, jaune brune. On laisse reposer pendant 12 heures, puis on hydrolyse à la manière habituelle.

Nous avons ainsi préparé jusqu'à présent les nitriles suivants, au départ des dérivés bromés correspondants :

1° *Nitrile hexahydrobenzoïque*, déjà obtenu par Demjanow (3) au départ de l'acide correspondant. Il bout à 75°-77° sous 16mm. Rendement 50 pour 100.

2° *Nitrile o-méthylhexahydrobenzoïque*, liquide incolore, bouillant à 79°-81° sous 16mm. Rendement 40 pour 100.

---

(1) *Thèse de Paris*, 1905.
(2) *Comptes rendus*, t, 152, 1911, p. 388.
(3) *Chem. Central-Blatt*, 1904, I, p. 1214.

3° *Nitrile m-méthylhexahydrobenzoïque*, liquide bouillant à 86°-87° sous 16mm. Rendement 60 pour 100.

4° *Nitrile p-méthylhexahydrobenzoïque*, liquide bouillant à 85°-87° sous 18mm. Rendement 40 pour 100.

Tous ces nitriles possèdent une odeur forte et désagréable, analogue à ceux de la série grasse. Par chauffage prolongé au bain-marie avec de la potasse alcoolique à 40 pour 100, ils donnent directement l'acide correspondant sans qu'il ait été possible d'isoler l'amide. Bien que les trois derniers nitriles soient susceptibles d'isomérie bæyérienne, nous n'avons obtenu dans chaque cas qu'un acide liquide bouillant à la même température que ceux déjà décrits.

La réduction de ces nitriles par le sodium et l'alcool nous a donné avec de bons rendements les amines correspondantes, liquides incolores, d'odeur spéciale, un peu fruitée, dont l'étude n'est pas terminée.

La *m-méthylhexahydrobenzylamine* bout à 114°-116° sous 80mm; le dérivé *para* bout à 113°-115° sous 80mm.

5° Enfin l'application de la même méthode au chlorhydrate solide de pinène gauche, nous a fourni un *nitrile camphane-carbonique droit*, qui, par cristallisation dans l'alcool méthylique aqueux, donne des arborescences en feuilles de fougère, d'odeur un peu camphrée et fusibles à 157°-158°. A la concentration de 12,3 pour 100 dans l'alcool méthylique, nous avons trouvé, sous 10cm : $\alpha_D = +1°$. [Le racémique préparé par Houben ([1]), au départ de l'aldoxime correspondante, fond à 163°.]

La saponification de ce nitrile par la potasse alcoolique, au bain-marie, ne donne pas l'acide camphane-carbonique droit fusible à 76°-78°, tel que le fournit la carbonatation du magnésien du chlorhydrate de pinène gauche, mais son isomère bæyérien gauche, fusible à 88°-89°.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèses au moyen des dérivés organo-métalliques mixtes du zinc. Cétones halogénées α.* Note de M. **E.-E. Blaise**, présentée par M. A. Haller.

L'action directe du chlore sur les cétones est à peu près la seule méthode qui permette, actuellement, de préparer les cétones mono- ou poly-chlorées en α.

---

(1) *Ber*, 1910, p. 3437.

Il n'existe pas de procédé synthétique conduisant à des cétones halogénées de constitution donnée.

De ce fait résulte une certaine incertitude en ce qui concerne la constitution des cétones chlorées obtenues par action directe du chlore, réaction qui fournit toujours des mélanges d'isomères, et je montrerai qu'à cet égard il existe, dans la littérature chimique, de graves erreurs. Il y avait donc intérêt à appliquer les dérivés organo-zinciques mixtes à la synthèse des cétones chlorées, d'autant plus qu'on pouvait espérer obtenir, par ce procédé, des dérivés qui ne se forment pas, ou qui ne prennent naissance qu'en très petites quantités dans l'action directe du chlore sur les cétones.

L'expérience montre qu'on ne peut pas préparer les cétones chlorées, avec un rendement notable, par action des chlorures d'acides α-chlorés sur les dérivés organo-métalliques mixtes du zinc.

Le produit principal de la réaction est, en effet, l'éther chloré d'un alcool tertiaire également chloré

$$2R-CHCl-COCl+2R'-Zn-I$$
$$=R-CHCl-C\begin{smallmatrix}R'\\ \diagup\\ \diagdown\\ R'\end{smallmatrix}-O-CO-CHCl-R+ZnI^2+ZnCl^2.$$

Par contre, on arrive au résultat cherché en passant par l'intermédiaire des cycloacétals, méthode indirecte dont j'ai déjà donné un exemple à propos de la synthèse des aldéhydes. C'est l'acide α-oxy-isobutyrique qui, comme acide-alcool, donne les meilleurs résultats, et la synthèse d'une cétone halogénée repose sur les réactions suivantes

$$R-CHCl-COCl \rightarrow R-CHCl-CO-O-C(CH^3)^2-CO^2H.$$

$$R-CHCl-CO-O-C(CH^3)^2-COCl+R'-Zn-I=\begin{array}{c}\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>C\!-\!\!-\!\!-CO\\ \;\;O\quad\;\; O\\ R.CHCl-C-R'\end{array}$$

$$\begin{array}{c}(CH^3)^2C\!-\!\!-\!\!-CO\\ \;\;O\quad\;\; O\\ R.CHCl-C-R'\end{array}+H^2O=(CH^3)^2C(OH)-CO^2H+R-CHCl-CO-R'.$$

Pour que ce procédé fût général, il était nécessaire de pouvoir préparer commodément et à l'état pur les acides α-halogénés. Or on sait que la chloruration directe des acides ou chlorures d'acides conduit à des mélanges

d'isomères. On obtient, au contraire, d'excellents résultats en chlorant les acides maloniques correspondants, au bain-marie, en présence du tétrachlorure de carbone, puis décomposant par la chaleur l'acide malonique chloré. J'ajouterai enfin que l'hydrolyse des cycloacétals halogénés présente parfois quelques difficultés, mais elle peut toujours être réalisée par chauffage, au bain-marie, avec de l'acide acétique additionné d'acide chlorhydrique.

Cétones du type $CH^2Cl - CO - R$. — La matière première pour la préparation de ces cétones est le chlorure d'α-chloracétoxyisobutyryle $CH^2Cl - COO - C(CH^3)^2COCl$, qu'on obtient très aisément en traitant l'acide α-oxyisobutyrique par le chlorure de chloracétyle, puis chauffant le produit brut au bain-marie, avec du chlorure de thionyle.

L'acide α-chloracétoxyisobutyrique cristallise aisément dans le toluène, où il est très soluble à chaud, mais peu soluble à basse température. F : 75°. Le chlorure d'acide bout à 97° sous 12^{mm} et, traité par l'aniline, il fournit un anilide fondant à 127°,5. La condensation du chlorure d'acide avec l'iodure de zinc-*n*-propyle fournit essentiellement le cycloacétal-oxyisobutyrique de la chlorométhyl-*n*-propylcétone, liquide bouillant à 110°,5 sous 12^{mm}. Mais en même temps se forme une petite quantité d'un produit qui distille à 91°,5 sous 11^{mm}. Celui-ci constitue le cycloacétal-oxyisobutyrique de la chloracétaldélyde. En effet, hydrolysé au moyen de l'acide oxalique, il se dédouble en acide oxyisobutyrique et chloracétaldéhyde. L'aldéhyde chlorée a été identifiée par transformation en semicarbazone, fusible à 148°. La formation du cycloacétal aldéhydique ne peut être attribuée qu'à une action réductrice du dérivé organo-zincique. Quant à l'hydrolyse du cycloacétal normal, elle fournit avec un bon rendement la chlorométhyl-*n*-propylcétone, liquide à odeur légèrement piquante, bouillant sous la pression ordinaire à 154°,5-156°, avec légère altération, et à 58°-59° sous 17^{mm}. La semi-carbazone correspondante cristallise en aiguilles et fond à 157°.

Cétones du type $R - CHCl - CO - R$. — Dans ce groupe, j'ai préparé l'α-chloro-*n*-propyléthylcétone $CH^3 - CH^2 - CHCl - CO - C^2H^5$. L'acide αα-chlorobutoxyisobutyrique cristallise dans l'éther de pétrole et fond à 61-62°. Le chlorure d'acide correspondant, obtenu par action du chlorure de thionyle sur l'acide, bout à 106° sous 11^{mm} et donne un anilide fondant à 65-66°. Condensé avec l'iodure de zinc-éthyle, le chlorure d'acide fournit

le cycloacétal oxyisobutyrique de l'α-chloro-*n*-propyléthylcétone, liquide bouillant à 118°,5 sous 12mm. L'hydrolyse du cycloacétal conduit à l'α-chloro-*n*-propyléthylcétone. Cette cétone halogénée possède une odeur aromatique assez forte et à peine piquante. Elle bout à 53° sous 17mm.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les éthers ortho- et para- méthoxybenzoylglyoxyliques.* Note de MM. **A. Wahl** et **M. Doll**, présentée par M. A. Haller.

Nous avons montré, dans une Note précédente [1], que la transformation de l'éther acétylacétique en éther α-β-dicétonique sous l'influence des vapeurs nitreuses peut être étendue à ses homologues supérieurs. Le fait qu'elle s'applique également aux propionyl-, butyryl- et heptylylacétates d'éthyle permet de l'envisager comme une réaction générale des éthers acylacétiques de la série grasse.

Dans la série aromatique, cette réaction n'a encore été appliquée qu'au benzoylacétate d'éthyle. Nous nous sommes proposé de l'étendre à quelques-uns de ses dérivés et nous nous sommes adressés pour cela aux éthers méthoxybenzoylacétiques, dont la préparation avait été étudiée précédemment dans ce but.

Orthométhoxybenzoylacétate de méthyle. — Il n'a pu être transformé jusqu'ici en dérivé α-β-dicétonique; le produit de la réaction se décompose entièrement à la distillation dans le vide, souvent même avec explosion. Cependant il se précipite parfois, lors du traitement par les vapeurs nitreuses, une faible quantité d'un corps blanc cristallin fondant à 141°-142° (déc.), que nous avons examiné. Il est insoluble dans les solvants usuels sauf l'alcool, mais avec altération; les alcalis le dissolvent en donnant une solution jaune, d'où les acides ne précipitent qu'une substance résineuse. La composition centésimale correspond à celle de l'isonitrosométhoxybenzoylacétate de méthyle, dont il se différencie cependant par ses propriétés. On peut admettre qu'on a affaire à un dérivé binitrosé isomère de l'oxime de la forme

$$\begin{matrix} CH^3O - C^6H^4 - CO \\ CH^3 - OOC \end{matrix}\!\!>CH - N^2O^2 - CH<\!\!\begin{matrix} CO - C^6H^4 - OCH^3 \\ COOCH^3 \end{matrix}.$$

De tels composés ont en effet déjà été obtenus par Wieland et Bloch [2], en faisant réagir les vapeurs nitreuses sur certaines β-dicétones.

(1) A. Wahl et M. Doll, *Comptes rendus*, t. 154, 1912, p. 1237.

(2) Wieland et Bloch, *D. chem. Gesell.*, t. XXXVII, 1904, p. 1525.

p-méthoxybenzoylacétate de méthyle. — Traité par les vapeurs nitreuses dans les conditions habituelles, il fournit l'*anysoylglyoxylate de méthyle*

$$CH^3O - \langle\quad\rangle - CO - CO - COOCH^3,$$

avec un rendement d'environ 40 pour 100 du poids de la matière première. C'est un liquide mobile, jaune orange, réduisant la liqueur de Fehling et le nitrate d'argent, bouillant de 185°-192° sous 10^{mm} en se décomposant légèrement; il est miscible avec les dissolvants organiques sans altération, sauf l'alcool, avec lequel il réagit en s'échauffant et se décolorant. Il est insoluble dans l'eau et s'y combine avec grande énergie pour fournir un *hydrate* à 1^{mol} d'eau cristallisé en aiguilles incolores fondant à 109°-110°.

L'anisoylglyoxylate donne très facilement des produits d'addition solides et cristallisés avec un grand nombre de réactifs; avec d'autres, il se condense normalement.

Action de l'hydroxylamine. — En solution hydroalcoolique, elle donne une *monoxime* fondant à 153°-154°, qui a été identifiée avec l'isonitrosoanisoylacétate de méthyle ([1]); la réaction a donc porté uniquement sur le carbonyle-α.

Action de la phénylhydrazine. — Lorsqu'elle réagit en solution acétique étendue ou en milieu alcoolique, elle donne un produit d'addition blanc fondant vers 193° (déc.) auquel on doit attribuer la constitution

$$\begin{array}{l} CH^3O - C^6H^4 - CO - \underset{|}{C}OH - COOCH^3 \\ \qquad\qquad\qquad\qquad\quad NH - NH - C^6H^5 \end{array},$$

car il se transforme spontanément dans le vide ou à chaud en solution acétique en un mélange de produits déshydratés, duquel on peut isoler d'une part la *monophénylhydrazone* fondant à 121°-122°, identique au benzène-azo-ansioxylacétate de méthyle ([1]), et d'autre part la *phénylhydrazopyrazolone* fondant à 177°.

Action de la p-nitrophénylhydrazine. — Ce réactif ne fournit pas de composé d'addition mais, selon les proportions relatives des corps réagissants et la température, la *p-nitromonophénylhydrazone* fondant à 175° ou la *p-nitrophénylhydrazopyrazolone* fondant vers 340° (déc.).

Action de l'hydrate d'hydrazine. — En solution acétique on obtient un produit d'addition de 2^{mol} d'éther α-β-dicétonique avec 1^{mol} d'hydrazine, en petits cristaux jaunâtres fondant à 165° (déc.). Par analogie avec les réactions précédentes on peut admettre que c'est encore le CO α qui a réagi. Ce composé est stable.

([1]) A. Wahl et C. Silberzweig, *Comptes rendus*, t. 150, 1910, p. 538.

Action de la semi-carbazide. — La semi-carbazide, en milieu hydroalcoolique et à froid, donne un composé blanc cristallin, peu soluble fondant vers 210° (déc.). auquel l'analyse attribue la composition d'un produit d'addition de 1^{mol} de base avec 1^{mol} d'éther dicétonique.

Action des amines. — Les amines cycliques se combinent avec l'anisoylglyoxylate pour donner des composés résultant, comme dans le cas du benzoylglyoxylate, de la fixation de 2^{mol} d'amine avec élimination d'une seule molécule d'eau. L'*anilide* est en cristaux jaunes fondant à 157°-158°, la *toluide* forme des paillettes jaunâtres fondant à 150°.

L'orthophénylène diamine se condense normalement en donnant un dérivé quinoxalique :

$$\begin{array}{l} CH^3O-C^6H^4-CO \\ \qquad\qquad\qquad | \\ CH^3-COO-CO \end{array} + \begin{array}{l} H^2N- \\ H^2N- \end{array}C_6H_4 = 2H^2O + \begin{array}{l} CH^3O-C^6H^4-C=N \\ CH^3-COO-C=N \end{array}C_6H_4$$

la *p-méthoxyphényl-2-carbonate d'éthyle* 3. Elle forme des cristaux blancs fondant à 122°.

En dehors de l'éther anisoylglyoxylique, nous avons préparé trois nouveaux benzoylglyoxylates, les éthers méthyliques (éb.$_{12}$: 146°-149°, $D_0 = 1,233$), propylique (éb.$_{12}$: 155°-158°, $D_0 = 1,159$) et isobutylique (éb.$_{12}$: 161°-164°, $D_0 = 1,124$). Ce sont tous des liquides jaunes, mobiles, réducteurs, bouillant sans décomposition dans le vide. Leurs réactions seront décrites plus longuement dans un autre recueil, nous nous bornerons à signaler ici que l'hydrate d'hydrazine, en milieu acétique étendu, conduit à des produits d'addition, tandis qu'en solution alcoolique elle donne l'acide *diphényl-3.3'-rubazonique*

$$\begin{array}{ccccccc} C^6H^5-C & -C & =N- & CH & -C & -C^6H^5. \\ \| & | & & | & \| & \\ N & CO & & CO & N & \\ \diagdown & \diagup & & \diagdown & \diagup & \\ NH & & & NH & & \end{array}$$

en cristaux rouges fondant vers 267° (déc.).

Les tentatives de préparation de l'éther pyromucylglyoxylique par action des gaz vitreux sur le pyromucylacétate ont complètement échoué, le produit de la réaction se décomposant avec grande violence quand on essaie de le distiller.

CHIMIE. — *Action de l'hydrazine sur les amino-cétones éthyléniques β-substituées.* Note de M. **Emile André**, présentée par M. Charles Moureu.

En étudiant l'action de l'hydrazine sur les cétones acétyléniques $R - C \equiv C - CO - R'$, Moureu et Brachin ([1]) ont montré qu'elles se comportent comme les β-dicétones $R - CO - CH^2 - CO - R'$ et fournissent des pyrazols disubstitués 3, 5 :

$$\begin{array}{ccc} & CH \overset{4\quad 3}{=\!=} & C - R' \\ & \| & \| \\ R - C^5 & \diagdown_1 \diagup & {}^2N \\ & NH & \end{array}$$

Il est naturel de penser, avec ces auteurs, que la fonction cétone est d'abord transformée en fonction hydrazone, et qu'ensuite le deuxième groupement NH^2 se fixe sur la triple liaison :

$$\begin{array}{l} C - CO - R' \\ \ \, ||| \\ R - C \end{array} \rightarrow \begin{array}{l} C - C - R' \\ |||\quad\ \| \\ R - C\quad N \\ \qquad\ \diagup \\ \quad\ NH^2 \end{array} \rightarrow \begin{array}{ccc} & CH \overset{4\quad 3}{=\!=} & C - R' \\ & \| & \| \\ R - C^5 & \diagdown_1 \diagup & {}^2N \\ & NH & \end{array}$$

Moureu et Brachin ([2]) ont établi, en outre, que les cétones éthyléniques β-oxyalcoylées et β-oxyphénylées $\begin{array}{l} R - C = CH - CO - R', \\ \quad\ \ | \\ \quad\ OR'' \end{array}$ qu'ils ont obtenues par l'action des alcools et des phénols sodés sur les cétones acétyléniques, donnent avec l'hydrazine les mêmes pyrazols disubstitués 3, 5. L'explication est analogue à la précédente; la fonction cétone ayant d'abord été transformée en fonction hydrazone, le deuxième groupement NH^2 chasse aussitôt de la place qu'il occupe le reste oxyalcoyle ou oxyphényle $- OR''$, il y a mise en liberté d'alcool ou de phénol, et fermeture de la chaîne, d'après le schéma :

$$\begin{array}{l} CH - CO - R' \\ \ \ \| \\ R - C \\ \quad\ \ | \\ R'' - O \end{array} \rightarrow \begin{array}{l} CH - C - R' \\ \ \ \|\qquad \| \\ R - C\quad\ N \\ \quad\ \ |\quad\ \diagup \\ \ R''O\ \ NH^2 \end{array} \rightarrow \begin{array}{ccc} & CH \overset{4\quad 3}{=\!=} & C - R' \\ & \| & \| \\ R - C^5 & \diagdown_1 \diagup & {}^2N \\ & NH^2 & \end{array} + R'' - OH$$

([1]) *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXXI, p. 170.

([2]) *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXXIII, p. 131 et 142.

Dans une précédente Note ([1]), j'ai montré que les cétones acétyléniques $R-C\equiv C-CO-R'$ se combinent aux amines secondaires et, dans quelques cas, aux amines primaires, pour donner des amino-cétones éthyléniques β-aminosubstituées

$$\underset{\displaystyle NR''R'''}{R-\overset{}{C}}=CH-CO-R' \quad \text{et} \quad \underset{\displaystyle NHR''}{R-\overset{}{C}}=CH-CO-R'.$$

J'ai trouvé que ces combinaisons, en réagissant avec l'hydrazine, fournissent les mêmes pyrazols. Par analogie avec le cas précédent, on peut admettre que le processus de la réaction est le suivant : il y a d'abord formation d'une hydrazone, puis départ de l'amine primitivement fixée sur la triple liaison, et fermeture de la chaîne :

$$\begin{array}{l}CH-CO-R'\\ \| \\ R-C \\ | \\ R''R'''-N\end{array} \rightarrow \begin{array}{l}CH-C-R'\\ \| \quad\ \| \\ R-C \quad N \\ | \quad\ / \\ R''R'''N \ \ NH^2\end{array} \rightarrow \begin{array}{l}CH\overset{4\ \ 3}{=\!=}C-R'\\ R-C^{5}\ {}_{1}\ {}^{2}N \\ \quad NH\end{array} + NHR''R'''$$

La réaction est des plus faciles à opérer. Il suffit de dissoudre dans l'alcool l'aminocétone éthylénique avec un léger excès d'hydrate d'hydrazine, et de maintenir le tout à l'ébullition à reflux pendant 3 ou 4 heures.

Après refroidissement, la solution alcoolique est versée dans l'eau; l'épuisement à l'éther fournit, après dessiccation et évaporation du solvant, le pyrazol, qu'une simple cristallisation dans l'alcool dilué permet d'obtenir pur.

J'ai appliqué cette réaction à quatre amino-cétones β-substituées :

Le dipropylamino-acétylstyrolène	$C^6H^5-\underset{N(C^3H^7)^2}{C}=CH-CO-CH^3$
Le diéthylamino-propionylstyrolène	$C^6H^5-\underset{N(C^2H^5)^2}{C}=CH-CO-C^2H^5$
Le cyclohexylamino-butyrylstyrolène	$C^6H^5-\underset{NHC^6H^{11}}{C}=CH-CO-C^3H^7$
Le diéthylamino-benzoylstyrolène	$C^6H^5-\underset{N(C^2H^5)^2}{C}=CH-CO-C^6H^5$

Elles m'ont fourni quatre pyrazols disubstitués 3,5, déjà décrits par Moureu et Brachin :

([1]) *Comptes rendus*, t. 152, 1911, p. 525.

Le méthyl 3, phényl 5, pyrazol (F. 127°)

$$\begin{array}{c} CH - C - CH^3 \\ \| \quad \| \\ C^6H^5 - C \quad N \\ \diagdown \diagup \\ NH \end{array}$$

L'éthyl 3, phényl 5, pyrazol (F. 84°; Moureu et Brachin, 82°)

$$\begin{array}{c} CH - C - C^2H^5 \\ \| \quad \| \\ C^6H^5 - C \quad N \\ \diagdown \diagup \\ NH \end{array}$$

Le propyl 3, phényl 5, pyrazol (F. 62-63°)

$$\begin{array}{c} CH - C - C^3H^7 \\ \| \quad \| \\ C^6H^5 - C \quad N \\ \diagdown \diagup \\ NH \end{array}$$

Le diphényl 3,5, pyrazol (F. 199-200°)

$$\begin{array}{c} CH - C - C^6H^5 \\ \| \quad \| \\ C^6H^5 - C \quad N \\ \diagdown \diagup \\ NH \end{array}$$

J'ai pu très facilement, dans le cas du diéthylamino-benzoylstyrolène et du diéthylamino-propionylstyrolène, récupérer la majeure partie de la diéthylamine par distillation de la solution alcoolique, et la caractériser par l'identification de son chlorhydrate.

L'expulsion par l'hydrazine d'une amine fixée sur une liaison acétylénique est une réaction curieuse, qui reconnaît sans doute pour cause la tendance de la chaîne ouverte de l'hydrazone à se cycliser.

PÉTROGRAPHIE. — *Sur les roches éruptives basiques associées au granite de la Haya (pays basque).* Note de M. **Jacques de Lapparent**, présentée par M. Pierre Termier.

Le granite du mont Haya, en pays basque, récemment étudié par M. Pierre Termier [1], est profondément entaillé par la vallée de la Bidassoa.

---

(1) Pierre Termier, *Le Granite de la Haya ou des Trois-Couronnes* (pays basque) (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 4e série, t. VII, 1907).

Cette coupure met à jour d'autres roches éruptives qui ont, avec le granite, d'intéressantes relations.

La plus basique de toutes ces roches est un gabbro à structure intersertale ou ophitique, essentiellement formé d'une augite titanifère et d'un labrador basique. Outre ce gabbro, on observe toute une série de roches mixtes qui procèdent de lui, mais ont aussi, avec le granite, une certaine parenté :

C'est d'abord un gabbro à biotite et quartz, qui a la même structure que le précédent, mais dont le pyroxène est partiellement épigénisé par de la biotite, et dont le feldspath, également basique à sa partie centrale, atteint à sa périphérie la composition d'une andésine, parfois même d'une oligoclase. Puis, un type plus riche en biotite et dont la quantité de pyroxène est faible et qui se charge, en quelques points, de petits cristaux d'orthose ou de microcline, conduisant ainsi à un autre type où le feldspath potassique devient un élément normal ; la répartition et la structure des plagioclases restent d'ailleurs les mêmes que dans le gabbro.

La roche ainsi constituée, qu'on trouve abondamment, peut être considérée comme une *monzonite quartzifère ;* elle a de grandes analogies avec les *Åkerites* du district de Christiania. Elle tient du gabbro par les restes de ses métasilicates, par ses labradors et par sa structure ; elle se rattache au granite par son quartz, son feldspath potassique et la partie acide de ses plagioclases.

Il y a passage continu du gabbro à cette roche par fixation d'éléments potassiques et de silice, en quantité de plus en plus grande. C'est un des nombreux cas où l'on peut saisir l'action d'un alumino-silicate de potasse sur un métasilicate ferro-magnésien et la production de la biotite, qui en est la conséquence, comme j'ai déjà, par ailleurs, eu l'occasion d'en faire l'observation.

Du gabbro à cette monzonite quartzifère, nous avons toute une première série de roches. Il existe également une autre série, dont les termes vont du gabbro à une syénite. Le pyroxène étant, dans ce cas, principalement transformé en hornblende, la biotite ne peut s'individualiser qu'en petite quantité, et l'excès de silicate alumino-potassique fournit immédiatement de quoi faire de l'orthose.

Ces roches forment dans le granite des enclaves de toutes tailles ; il en est de grosses comme le poing et d'autres qui ont vraisemblablement plusieurs centaines de mètres cubes, mais, toutes, elles sont localisées dans la partie profonde du granite.

Le granite lui-même traverse les masses basiques sous forme de filons ramifiés individuels, ou bien forme avec elles des mélanges qui établissent le

passage continu de la roche basique au granite, Mais ce granite n'a pas eu, en tant que granite, d'action sur toutes ces roches; il s'est comporté vis-à-vis d'elles comme un élément inerte.

La transformation de la roche basique et la formation du granite se font simultanément; elles sont dues à l'action des éléments d'une pegmatite sur le magma du gabbro.

A partir de celui-ci, la pegmatite entraîne des silicates ferro-magnésiens et de l'anorthite, et produit avec ces éléments le complexe *granite*. Cela d'ailleurs suivant un processus chimique relativement simple. Il est facile, en effet, de se rendre compte que l'action d'un aluminosilicate potassique sur de l'augite, tendant à provoquer la formation de biotite, libère, à partir de l'augite même, de l'anorthite; c'est cette anorthite qui, avec la grande quantité d'albite de la pegmatite, sert à la constitution des oligoclases albites du granite. Mais le pyroxène, au lieu d'être épigénisé sur place, peut être complètement dissocié et venir concourir, par la partie ferro-magnésienne de ses éléments, à la formation de la biotite dans le granite.

Un magma basique a donc été nécessaire à la constitution du granite. Nous en avons les restes dans les gabbros et leurs dérivés qui, entraînés par le magma granitique proprement dit, apparaissent dans les parties profondes de celui-ci; mais il n'est pas certain que, si l'on pouvait atteindre des parties encore plus profondes du massif, on dût uniquement trouver des roches basiques, car il est fort possible que la pegmatite ait épuisé complètement le magma du gabbro pour produire l'énorme masse granitique du massif de la Haya.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Le latex du Figuier, suc pancréatique végétal à diastase protéolytique prédominante.* Note de M. C. **Gerber**, présentée par M. Guignard.

A côté des latex à lipodiastase, amylase et protéase très actives, constituant de véritables sucs pancréatiques végétaux complets (Mûrier à papier), il en existe chez lesquels la dernière diastase est prédominante; tel est le latex du Figuier (*Ficus Carica* L.), dont nous allons résumer l'étude.

a. Il existe, dans le latex du Figuier, une lipodiastase très peu active en milieu neutre (environ douze fois plus faible que celle du latex du Mûrier à papier). Cette lipodiastase agit beaucoup mieux en milieu acide, contrairement à celle du *Broussonetia*. En cela, elle se rapproche de la lipodiastase des graines grasses, tandis que la lipase du Mûrier à papier s'en éloigne.

Enfin la lipodiastase du Figuier est peu résistante à la chaleur et, en cela encore, elle se distingue de celle du *Broussonetia* qui est très résistante.

b. Le latex du Figuier possède des propriétés amylolytiques très nettes, mais néanmoins huit fois moins fortes que le latex du Mûrier à papier. Son pouvoir saccharifiant est dû à une diastase plus résistante à la chaleur que la lipodiastase qui l'accompagne, mais moins que l'amylase du latex du Mûrier à papier. Les propriétés saccharifiantes de l'amylase du latex du Figuier ne sont que faiblement atténuées par une dialyse prolongée dans l'eau distillée et nullement exaltées par le chlorure de sodium ; une réaction légèrement acide du milieu constitue une condition plus favorable à son fonctionnement que la réaction amphotère de l'empois d'amidon ordinaire. Par tous ces faits, l'amylase du Figuier se sépare nettement des amylases animales et se rapproche au contraire de celles du malt et du *Broussonetia*. Cette dernière, cependant, est beaucoup plus favorablement impressionnée par la réaction légèrement acide du milieu. La saccharification de l'empois d'amidon par l'amylase du Figuier est favorisée par des doses faibles de chlorure de calcium, et en cela elle se rapproche beaucoup des amylases animales, qui, cependant, sont plus sensibles à ce sel. La saccharification de l'empois d'amidon par l'amylase du Figuier est fortement gênée et même empêchée par des doses faibles de certains sels pouvant être groupés autour du chlorure de cadmium et du chlorure mercurique.

Le mécanisme employé par ces deux sels pour arriver au même résultat est différent. Tandis que le chlorure de cadmium agit en rendant les conditions de milieu défavorables, le bichlorure de mercure agit en détruisant la diastase.

c. Le latex du Figuier possède des propriétés protéolytiques excessivement prononcées. Il est cent fois plus présurant que le latex du Mûrier à papier. Fait remarquable: alors qu'on serait porté à admettre, étant donné les sacrifices auxquels se livraient les anciens, que la première présure employée ait été celle de l'estomac des animaux, c'est le latex du Figuier qui, à l'époque bien lointaine de l'*Iliade* et de l'*Odyssée*, était seul utilisé pour la préparation des fromages. Il faut arriver à Aristote pour voir la présure animale concurrencer ce latex dont les propriétés caséifiantes finirent par tomber dans un oubli tel, que, pas plus les paysans de l'île Majorque, qui préparent actuellement leur caillé en agitant le lait chaud au moyen d'une jeune branche de Figuier fendue en croix, que les savants Bajinski, Peters, qui utilisèrent les macérations de Figues sèches, et Chodat, Rouge, Lendner, qui se servirent des macérations de rondelles de branches

de Figuier dans leurs belles recherches, ne se doutaient qu'ils mettaient à contribution ces propriétés caséifiantes du latex et, qu'en s'adressant directement à ce dernier, ils auraient obtenu un suc plus pur et incomparablement plus actif. La présure du latex de Figuier est plus résistante à la chaleur que l'amylase et, à plus forte raison, que la lipase qui l'accompagnent. C'est une des diastases protéolytiques les plus résistantes que l'on connaisse; elle l'est cependant moins que celle du Mûrier à papier. Ces deux présures se distinguent l'une de l'autre en ce qu'elles coagulent plus facilement : la première le lait bouilli, la seconde le lait cru. La résistance du lait cru à l'action de la présure du Figuier est due aux lactalbuminé et lactoglobuline qui forment, dans le lait cru, avec la caséine, un complexe plus difficilement caséifiable que la caséine proprement dite.

La présure du latex du Figuier perd une assez grande partie de son activité par une dialyse prolongée dans l'eau distillée. Cette perte est presque entièrement due à l'entraînement de la diastase par le précipité de globuline que la dialyse détermine; il suffit de redissoudre ce précipité dans une solution légère de chlorure de sodium pour libérer en leur totalité les propriétés caséifiantes disparues. Une réaction du lait moins alcaline au méthylorange que sa réaction amphotère normale constitue une condition favorable au fonctionnement de la présure du Figuier; l'optimum correspond à la diminution d'alcalinité qui amène la coagulation spontanée du lait sans présure, laquelle apparaît bien avant que la neutralité au méthylorange soit atteinte. Une réaction du lait moins acide à la phénolphtaléine que sa réaction amphotère normale constitue une condition défavorable, et le fonctionnement de la présure du Figuier est complètement arrêté avant que le milieu ait atteint la neutralité à ce réactif.

La coagulation du lait par le latex du Figuier est entravée par de faibles quantités de chlorure mercurique, lequel agit, à ces doses, sur la caséine qu'il rend plus résistante et non pas sur la diastase. En cela, elle diffère de l'amylase correspondante qui est détruite par de faibles quantités de ce sel. D'où un procédé simple pour *isoler le ferment protéolytique, de l'amylase, par dialyse prolongée du latex du Figuier additionné préalablement de* 5 *à* 20 *molécules-milligrammes de sublimé corrosif par litre.* La coagulation du lait par le latex de *Broussonetia*, au contraire, n'est nullement entravée par de faibles quantités de bichlorure de mercure qui détruit, par contre, l'amylase correspondante. D'où *un procédé plus simple que le précédent de séparation de ces deux diastases : addition de* 5 *à* 10 *molécules-milligrammes de* $HgCl^2$ *par litre de latex sans dialyse subséquente.*

d. La courbe des activités diastasiques du latex du Figuier aux diverses époques de l'année a une forme sinusoïdale avec deux maxima : le premier, au moment de la poussée des figues fleurs (fin mai); le second, au moment du développement des figues d'automne (septembre), et deux minima : l'un peu accentué au moment où les figues fleurs ont achevé leur maturation et où les secondes figues n'ont pas encore commencé leur rapide évolution; l'autre, très accentué, en hiver, au moment où l'arbre ne possède ni feuilles ni fruits.

Il est bien difficile de ne pas voir une *relation de cause à effet entre les deux fructifications successives et les deux maxima d'activité diastasique du latex du Figuier*.

BOTANIQUE. — *Sur un cas de xénie chez le Haricot.*
Note de M. **Jean Daniel**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Dans les résultats obtenus par l'hybridation, Focke a donné le nom de *xénie* à la curieuse influence exercée par l'embryon sur les parties qui l'avoisinent, mais qui appartiennent à la mère. Les xénies peuvent porter sur les téguments de la graine ou sur le fruit.

Pendant longtemps on a considéré comme des xénies de la graine, les cas où l'albumen présentait des caractères du père. Or la double fécondation permet de comprendre que l'albumen peut être hybride, au même titre que l'embryon. Mais ce fait ne peut expliquer la présence de caractères paternels dans les parties de la graine qui échappent à la fécondation croisée, comme les téguments, par exemple, ou encore les diverses parties du fruit. Il faut donc que l'embryon ait réagi sur ces parties par un mécanisme quelconque, inexpliqué dans l'état actuel de la Science.

J'ai observé un cas très net de xénie de la graine à la suite de la fécondation, en 1910, du *Phaseolus multiflorus* par le pollen du *Phaseolus vulgaris*, variété Noir de Belgique. Le premier est une variété à rames, à fleurs rouges et à grosses graines panachées de violet et de blanc jaune sale; lors de la germination, les cotylédons sont hypogés et la plantule est d'un vert blanchâtre. Le second est une variété naine, à fleurs violettes, à graines petites, violet noir brillant; ses cotylédons sont épigés après germination, et la plantule est d'un vert brun violacé particulier.

A la suite du croisement, le fruit ne présente rien de particulier, mais il contenait deux graines, l'une de la taille normale de la graine du Haricot

multiflore, l'autre intermédiaire entre les deux variétés parentes. Ces graines étaient identiques comme couleur à celles du Haricot noir de Belgique; par conséquent, la xénie était complète et très nettement caractérisée, à moins qu'il ne s'agisse en la circonstance d'un retour atavique ou d'une mutation accidentelle. Il était facile de s'en rendre compte en semant ces deux graines et en étudiant leur descendance.

En 1911 ces deux graines noires donnèrent deux Haricots présentant tous les caractères de la mère, le *Phaseolus multiflorus*. C'était donc un hybride unilatéral qui s'était formé et il s'agissait bien d'un croisement, car, dans le cas de retour atavique ou de mutation, la variation se fût fixée du premier coup. D'ailleurs l'étude de la descendance, faite cette année, confirme cette interprétation. Les 363 graines de l'hybride unilatéral semées en mai dernier ont donné des Haricots tous hypogés (caractère maternel), et les germinations sont les unes blanc verdâtre (caractère maternel) au nombre de 96, et les autres vert brun violacé (caractère paternel), au nombre de 267. Ces caractères ne se disjoignent donc pas exactement dans les proportions indiquées par la loi de Mendel.

Je me propose de continuer cette étude pour les autres caractères de taille, de couleur de la fleur et de nature de la graine.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence des variations brusques de température sur la respiration des plantes.* Note de M. L. Blanc, présentée par M. Gaston Bonnier.

L'action des variations brusques de température sur la respiration des plantes produirait, d'après Palladine (¹), une excitation de l'intensité respiratoire, et cette conclusion, devenue classique, n'a soulevé, jusqu'à présent, aucune contradiction. Cependant l'étude critique des expériences du savant physiologiste permet de faire à ses procédés expérimentaux une grave objection. Les divers lots de bourgeons de fèves qu'il étudiait étaient en effet, avant d'être soumis aux variations brusques de température, cultivés pendant plusieurs jours sur des solutions sucrées à des températures différentes, et, s'ils étaient comparables au début de la culture, ils ne l'étaient certainement pas au moment de l'expérience, les divers phéno-

(¹) W. Palladine, *Influence des changements de température sur la respiration des plantes* (*Revue générale de Botanique*, t. XI, 1899).

mènes vitaux, échanges nutritifs, croissance, etc., qui dépendent étroitement de la température, ayant été en effet très différents dans chacun des lots pendant leur séjour sur les solutions. J'ai donc jugé nécessaire de reprendre ces expériences, en me mettant à l'abri de cette critique. J'ai opéré sur des embryons de *Phaseolus vulgaris* L. privés de leurs cotylédons et cultivés sur de l'eau distillée, ainsi que sur des extrémités de tiges étiolées de *Vicia Faba* L. et des jeunes feuilles de *Secale cereale* L., qui avaient séjourné auparavant sur une solution de saccharose à 10 pour 100. Dans chaque expérience, je n'ai expérimenté que sur un seul lot, afin d'éviter les différences individuelles que présentent toujours des lots semblables, si comparables soient-ils. La méthode employée pour l'étude de la respiration a été celle de l'air confiné. Le lot destiné à l'expérience, après avoir été séché à l'aide de papier buvard, est introduit dans un volume déterminé ($10-15^{cm^3}$) d'air atmosphérique normal, renfermé dans une éprouvette jaugée au préalable et placée sur la cuve à mercure. Une gouttelette d'eau déposée auparavant au fond de cette éprouvette sature l'air d'humidité et détermine sur le mercure une buée suffisante pour empêcher la formation de vapeurs mercurielles toxiques. L'éprouvette retirée ensuite de la cuve à mercure et recouverte d'un manchon de papier noir est alors portée successivement, pendant un temps donné (généralement très court), aux diverses températures que comporte l'expérience. A la fin de chaque phase de celle-ci et avant de renouveler l'air dans l'éprouvette, une prise de gaz est pratiquée, et l'anhydride carbonique contenu, dosé à l'aide de l'appareil de Bonnier et Mangin. Les expériences faites peuvent se rapporter à trois types :

I. Un lot cultivé à une température T est introduit pour l'étude de la respiration à cette même température dans une éprouvette jaugée. Au bout d'un temps qui, suivant l'expérience, a été de 15 minutes ou de 30 minutes, une prise de gaz est faite, l'air renouvelé, et la respiration du même lot est étudiée pendant le même temps à la température $t < T$. L'expérience montre que l'intensité respiratoire a toujours été plus faible dans la seconde période, quelle que soit sa durée. Aucune excitation ne s'est manifestée. Ainsi, différents lots d'embryons de *Phaseolus*, placés respectivement à des températures de 17°, 26°, 28°, 27°, donnèrent successivement comme quantité de CO^2 dégagé par gramme-heure en centimètres cubes : $1^{cm^3},06$, $0^{cm^3},65$, $0^{cm^3},88$, $0^{cm^3},70$. Les mêmes lots, placés ensuite à des températures de 6°, 14°, 19°, 15°, donnèrent comme dégagement de CO^2 les nombres $0^{cm^3},58$, $0^{cm^3},27$, $0^{cm^3},67$, $0^{cm^3},40$. Des expériences semblables faites avec des bourgeons de *Vicia Faba* et des feuilles de *Secale cereale* donnèrent des résultats analogues.

II. Un lot d'organes étant cultivé à une température de T° est ensuite porté brusquement à une température T' différente de la première, puis replacé sans transition à la température initiale.

La respiration est étudiée pendant les deux phases extrêmes de l'expérience, pendant 15 minutes ou 30 minutes. Les résultats obtenus montrent que l'intensité respiratoire du lot qui revient à T° est sensiblement égale à ce qu'elle était primitivement. Ainsi, différents lots d'embryons de *Phaseolus*, placés respectivement à des températures de 26°, 25°, 25°, 19°, 24°, donnèrent comme quantité de CO^2 dégagé par gramme-heure en centimètres cubes : $0^{cm^3},56$, $0^{cm^3},57$, $0^{cm^3},88$, $0^{cm^3},17$, $0^{cm^3},70$. Les températures intermédiaires ayant été respectivement de 10°, 12°, 14°, 10°, 10°, les mêmes lots replacés aux températures initiales donnèrent comme dégagement de CO^2 les nombres $0^{cm^3},55$, $0^{cm^3},54$, $0^{cm^3},86$, $0^{cm^3},15$, $0^{cm^3},57$. Les expériences du même genre faites avec des bourgeons de *Vicia Faba* et des feuilles de *Secale cereale* ont donné des résultats comparables. La température intermédiaire n'a pas été toujours plus basse que la température initiale; dans certaines expériences, elle a été plus élevée : des bourgeons de *Vicia Faba* placés à 18°,5 donnèrent par gramme-heure $0^{cm^3},26$ de CO^2; placés ensuite à 27°, puis de nouveau à 18°,5, ils dégagèrent $0^{cm^3},33$ de CO^2; des feuilles de *Secale cereale* à 16° dégagèrent $0^{cm^3},24$ de CO^2; placées ensuite à 27°, puis de nouveau à 16°, elles donnèrent une quantité de CO^2 égale à 0^{cm^3}, 6. Les faibles différences en plus ou en moins que l'on constate dans l'activité respiratoire des plantes s'expliquent naturellement par les états intermédiaires par lesquels elles doivent passer pour revenir du régime respiratoire T au régime T′ ou inversement. Aucune excitation n'est donc résultée des deux variations brusques de température.

III. Puisqu'il est prouvé qu'il n'y a pas excitation, on peut se demander comment se fait le changement du régime respiratoire, quand on passe brusquement d'une température à une autre. Pour m'en rendre compte, j'ai fait les expériences suivantes : un lot d'embryons de *Phaseolus* étant cultivé à une température de 13°, je le place dans une éprouvette, où il respire pendant 20 minutes. Je fais alors une prise d'air et détermine le dégagement de CO^2 par gramme-heure en centimètres cubes, soit $0^{cm^3},46$. L'air de l'éprouvette ayant été renouvelé, le lot est porté brusquement à 33°. Au bout de 20 minutes, une nouvelle prise d'air est faite, puis l'air renouvelé, et l'expérience est recommencée encore deux fois. Les trois prises successives donnèrent, dans la détermination de l'anhydride carbonique dégagé, les nombres $1^{cm^3},29$, $2^{cm^3},03$, $2^{cm^3},15$. Une expérience du même genre, faite avec des feuilles de *Secale cereale*, donna, à 15°,5, un dégagement égal à $0^{cm^3},48$, puis à 35° des dégagements égaux à $0^{cm^3},84$, $1^{cm^3},27$, $1^{cm^3},45$. Le passage de T à $t' < T$ a été étudié par la même méthode. Un lot d'embryons de *Phaseolus* a donné, à une température de 34°, un dégagement d'anhydride carbonique égal à $1^{cm^3},25$; à la température de 17°,5, les dégagements successifs ont été de $0^{cm^3},78$, $0^{cm^3},69$, $0^{cm^3},59$. Pour les feuilles de *Secale*, à 34°, j'ai obtenu $1^{cm^3},02$ de CO^2, et, à 17°,5, successivement $0^{cm^3},90$, $0^{cm^3},76$, $0^{cm^3},62$. Comme le montrent les chiffres précédents, dans les deux cas, le passage d'un régime respiratoire à l'autre se fait par transition graduée.

En *résumé*, il résulte de mes expériences la conclusion suivante : *Les variations brusques de température ne déterminent aucune excitation de la respiration. Entre l'activité respiratoire correspondant à une température donnée et celle correspondant à une température différente, le passage se fait*

graduellement en comportant toutes les activités respiratoires intermédiaires entre celles des températures extrêmes.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Effet électrolytique du courant électrique continu sur les cellules des plantes vivantes.* Note de M. **François Kövessi**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Dans une Communication précédente (¹) j'ai démontré que le degré de l'effet du courant continu sur la germination, ainsi que sur le développement des plantes, est sous l'influence de différents facteurs physiques, chimiques et biologiques. Parmi les causes appartenant à cette catégorie, nous trouvons les suivantes énumérées dans la bibliographie scientifique : production de diverses matières qui se développent par la décomposition des électrolytes et qui s'accumulent aux environs des électrodes; chaleur manifestée par le courant, changement de transpiration des plantes, etc.

En nous basant uniquement sur la connaissance de ces facteurs, nous ne sommes capables ni de comprendre, ni de résumer les rapports de cause à effet de tous les phénomènes qui se produisent dans une recherche plus minutieuse. C'est pour cela, pensons-nous, que plusieurs chercheurs, outre les effets indirects de l'électricité, ont supposé qu'il existe des influences directes. Mais jusqu'ici l'expérience n'a pas réussi à en mettre une nettement en évidence. Je pense que l'expérience suivante prouvera avec précision un effet direct de l'électricité sur les plantes.

I. J'ai employé un vase de culture de 43cm sur 53cm ayant des bords de 7cm,5 de hauteur. J'y ai mis 6kg de terre absolument sèche. J'ai semé à la surface de la terre des grains de Blé (*Triticum sativum*), en lignes régulières. Les électrodes de platine mesurant 1cm,5 sur 1cm,5 étaient placées à une distance de 47cm. Après que le sol eût été arrosé de façon de contenir 50 pour 100 d'humidité, la couche de terre mesurait 4cm. J'ai mis les vases dans une salle à la température de 18° à 20°. J'ai électrisé à 110 volts. L'intensité du courant traversant le sol était d'environ de $\frac{1}{10}$ d'ampère. J'ai fait une expérience de contrôle dans les mêmes conditions, moins l'électrisation. Dans le cours de l'expérience, j'ai constaté les phénomènes décrits avec plus de détail dans ma publication précédente, c'est-à-dire : non germination des grains entre les deux électrodes et surtout autour d'elles, moindre développement des plantes, etc.

Après six semaines, au moment du ralentissement de la croissance des plantes, j'ai enlevé la partie supérieure de celles-ci, en ayant grand soin de ne pas toucher la terre.

(¹) *Comptes rendus*, t. 154, p. 285, séance du 25 janvier 1912.

J'ai semé de nouveaux grains dans les mêmes lignes, et j'ai répété l'expérience de la même façon que la précédente, avec cette différence toutefois que je n'ai pas électrisé. J'ai opéré de la même façon pour l'expérience témoin. Dans le cours de cette expérience, j'ai constaté que les grains semés une nouvelle fois dans le sol précédemment électrisé ne germaient pas et que les plantes ne se développaient pas aussi bien que dans le lot témoin. D'autre part, on pouvait voir clairement que les plantes se développaient mieux sans électrisation dans le sol non électrisé.

Six semaines après, quand la croissance des plantes se ralentissait, j'ai répété l'expérience en électrisant. J'ai constaté que les grains placés entre les électrodes germaient et que les plantes poussaient moins bien. La région stérile située dans les environs des électrodes était devenue plus grande. J'ai répété l'expérience six fois. Dans les première, troisième et cinquième, le sol était électrisé; dans les deuxième, quatrième et sixième, il ne l'était pas. J'ai toujours constaté que les cultures électrisées étaient plus faibles que les cultures non électrisées qui leur succédaient, malgré la décomposition plus grande du terrain de ces dernières.

Il résulte de ces faits que l'électricité a une influence directe sur le développement des plantes.

II. Si nous voulons chercher les causes de l'effet direct de l'électricité, il faut nous baser sur les lois de l'électrochimie. Il faudrait donc supposer une influence décomposante de l'électricité analogue à celle qu'on constate sur les matières inorganiques. Mais nous ne pouvons faire cette supposition vu la nature semi-perméable de la membrane du protoplasma vivant. Pour vérifier la valeur de cette hypothèse, j'ai fait l'expérience suivante :

J'ai pris sept vases de culture en porcelaine de 43^{cm} sur 58^{cm}. J'ai placé des électrodes en platine de $1^{cm},5$ sur $1^{cm},5$ à une distance de 47^{cm}. J'ai placé entre les deux électrodes, à 7^{cm} de distance de chacune d'elles, une couche de 5^{mm} de papier à filtrer chimiquement pur. J'ai semé sur ce papier, en quinze lignes équidistantes, 2400 grains de Blé, puis j'ai arrosé avec de l'eau distillée, de façon que l'eau arrivât jusqu'à la moitié de la hauteur des grains. De ces sept vases ainsi préparés, j'ai gardé l'un comme témoin et j'ai électrisé les autres au moyen d'un courant continu de 110 volts : le premier pendant 24 heures, le second pendant 2 jours, le troisième 4 jours, le quatrième 8 jours, le cinquième 16 jours, et le sixième 32 jours, à la température de 15° à 20°. Au bout des temps indiqués ci-dessus, le courant était interrompu pour qu'on pût voir le changement provoqué par l'électrisation dans la puissance germinative des grains. L'expérience a été complétée par des mesures physiques et des analyses chimiques. A la fin des 1er, 2e, 4e, 8e, 16e et 32e jours, j'ai mesuré la conductibilité, j'ai analysé le liquide environnant les deux électrodes de chaque expérience et j'y ai recherché les matières électrolytiques des grains au moyen de réactifs reconnus assez sensibles. J'ai trouvé que la résistance du liquide s'est graduellement abaissée pendant la durée de l'électrisation. La sixième expérience, par exemple, a fourni après l'électrisation pendant 0, 1, 2, 4, 8, 16, et 32 jours, les résistances respectives suivantes : 275700, 14390, 12989, 10704, 11739, 12222, 14096 ohms, nombres qui nous indiquent que l'eau distillée a pris des matières électrolytiques des graines. En effet, les échantillons prélevés dans le

voisinage des électrodes, à partir d'un ou deux jours d'électrisation, contenaient des matières minérales, indispensables à la plante. Aux environs de l'électrode négative, j'ai trouvé du *potassium*, *du calcium*, *du fer*, etc., tandis qu'à l'électrode positive, il y avait des *acides phosphorique*, *sulfurique*, *nitrique*, etc. De plus, à partir de quatre à huit jours d'électrisation, les réactifs chimiques ont décelé *des matières albuminoïdes*. En outre, sur l'électrode négative de la 6e expérience, qui a duré 32 jours, j'ai trouvé vers la fin, une masse solide formée de matières minérales, dont la plus grande partie se composait de *calcium*, *de magnésium*, etc.

L'accroissement en longueur des plantes diminuait selon la durée de l'électrisation, c'est-à-dire proportionnellement à la quantité des matières échappées de la plante par électrolyse. La puissance germinative des grains s'abaissait de la même manière. Dans les expériences où j'ai électrisé pendant 16 et 32 jours, les grains déposés sur la moitié du champ situé vers l'électrode positive ont perdu presque complètement leur puissance germinative.

En même temps que les autres lots, j'ai étudié le témoin, dont les plantes se développaient régulièrement. L'expérience, *disposée de la façon ci-dessus indiquée*, ne m'a permis de trouver dans l'eau distillée que des traces de *potassium* et de *phosphore* qui disparaissent de nouveau, absorbées par les racines; aussi la résistance du liquide diminuait-elle beaucoup moins que dans les lots électrisés et, après les 1er, 2e, 4e, 8e, 16e et 32e jours, j'ai trouvé : 275700, 90000, 56670, 56000, 56000, 56000, 56000 ohms.

Ces données nous prouvent que, bien que les grains soient encore vivants, une partie de leurs matières électrolytiques et albuminoïdes a émigré sous l'influence du courant. Les pousses, à cause de la quantité de la matière manquante, deviennent moins vigoureuses que celles que des grains en bon état développent dans des circonstances analogues. Il est naturel que si la quantité d'électricité qui traverse une cellule, un grain ou une plante est assez grande, il se produira un état dans lequel s'échappe une partie assez considérable des électrolytes et des matières albuminoïdes; ainsi les cellules s'épuisent, et la plante meurt. Le mauvais effet de cet épuisement électrolytique peut être aggravé ou contrebalancé par d'autres phénomènes déjà connus ou encore inconnus. On voit pourtant que c'est la plus forte raison pour expliquer l'effet nuisible du courant électrique continu sur les plantes.

Par ces expériences sont décelés les faits suivants :

1° *Le courant électrique continu a non seulement une influence indirecte, mais aussi une influence directe sur les plantes vivantes;*

2° *L'influence directe de l'électricité sur les plantes vivantes se base sur les phénomènes électrolytiques;*

3° *La membrane protoplasmique, sous l'influence de l'électricité, perd sa nature semi-perméable et laisse échapper les électrolytes des cellules;*

4° *Sous l'action de l'électricité, les matières albuminoïdes de la cellule se*

comportent à la façon des électrolytes; leurs ions s'échappent de la cellule et se dirigent vers les électrodes positive ou négative conformément à leur nature électrolytique.

PHYSIOLOGIE. — *L'accroissement inégal à l'époque de la puberté et les états pathologiques qu'il peut déterminer.* Note de M. **Paul Godin**, présentée par M. Edmond Perrier.

I. Une fois connu le caractère embryonnaire de la puberté, tel que l'étudie ma Note du 13 novembre 1911, on conçoit que *cette phase de l'évolution de la croissance* du soma soit soumise à une règle embryogénique : il s'agit du principe de l'accroissement inégal en vertu duquel, comme chez l'embryon, la multiplication cellulaire se montre plus active en certains points d'un organe, dans le sens des modifications morphologiques physiologiquement utiles.

Il est normal, chez l'adolescent, que la progression des effets de l'accroissement inégal ait la durée d'un semestre environ, durée limitée, qui ne laisse que rarement, au trouble ébauché par la *croissance non parallèle*, le temps de prendre l'importance d'un état pathologique. Cela tient à ce que les effets de l'accroissement inégal n'échappent pas à la loi générale formulée dans mes publications ([1]) sous le nom de *loi des alternances*.

Mais, et cela est individuel, la mauvaise nutrition placentaire, qui fait la puberté difficile et tardive ([2]), peut en outre soustraire temporairement l'accroissement inégal à la loi des alternances et prolonger au delà d'un semestre la progression des effets qu'elle convertit dès lors en altérations pathologiques.

II. *Quelques exemples.* — Au larynx, la corde vocale musculaire allonge-t-elle avant que ses points d'insertion sur les cartilages se soient proportionnellement espacés, il y a discordance des sons, mue de la voix. Si les cartilages grandissent en s'écartant avant que se produise l'allongement des cordes vocales, celles-ci sont étirées, et le timbre est aigu. Après quelques semestres pendant lesquels *le larynx n'arrive que*

([1]) Paul Godin, *Recherches anthropométriques sur la croissance des diverses parties du corps*, Paris, Maloine, 1902 : Société de Biologie, 25 juin 1910; Académie des Sciences, 19 juin 1911 ; Académie de Médecine, 27 juin, 1911.

([2]) Paul Godin, *Quelques conclusions de mes recherches sur la croissance chez l'homme, relatives à la puberté* (*Comptes rendus*, 13 novembre 1911).

difficilement encore à harmoniser le jeu de ses parties constituantes (Testat), l'équilibre entre l'accroissement du cartilage et celui des cordes se rétablit, et la voix prend son timbre définitif. L'alternance compensatrice peut toutefois être retardée chez un sujet qui a été mal nourri placentairement, et la voix rester discordante indéfiniment. L'émasculation maintient la voix aiguë parce qu'elle empêche l'accroissement des cordes de suivre celui des cartilages.

Au buste, aux membres, si l'allongement squelettique a été devancé par celui du tissu conjonctif et du tissu musculaire, il se produit un relâchement, une sorte de flottement. Une partie du travail de contraction musculaire est rendue inefficace, et l'effort nécessaire à l'acte passe du simple au double pour un rendement égal ; d'où fatigue rapide et ses conséquences. La circulation veineuse est prête aux stases (*varices*) ; les replis séreux suspenseurs des viscères ont perdu leur tension normale (*ptoses*). On voit le rachis, entre deux faisceaux conjonctivo-musculaires relâchés, se prêter aux influences accidentelles, scolaires ou autres, et s'infléchir en se tordant plus ou moins dans le sens de la sollicitation fonctionnelle. Les articulations, de leur côté, prennent par suite du relâchement des ligaments articulaires une laxité singulièrement favorable aux traumatismes intra-articulaires, aux arthralgies, aux arthrites avec épanchement, aux subluxations, aux déformations douloureuses des segments multiarticulaires tels que le carpe et le tarse (carpalgie et tarsalgie).

Si l'os allonge tandis que les tissus ambiants demeurent stationnaires, il les étire douloureusement, autant au tronc qu'aux membres, et donne lieu, par tiraillement et par compression des filets nerveux, à des douleurs segmentaires profondes, difficilement localisables, qui sont les vraies douleurs de croissance, bien distinctes de celles que provoquent les infections localisées. Cet étirement peut aller jusqu'à la rupture partielle de divers tissus : rupture des éléments élastiques (Troisier et Ménétrier) de la peau (vergetures de croissance), rupture aponévrotique (hernies musculaires), rupture des fibres musculaires (myopathies, myosites...).

Le rachis et les os longs sont exposés aux incurvations avec concavité du côté de la corde conjonctivo-musculaire la plus tendue. Il arrive, ainsi que je l'ai observé sur un millier d'enfants, que le rachis en soit seul le siège (scoliose essentielle des adolescents). Mais la moitié de ces cas au moins relève de l'asymétrie fonctionnelle [1].

La suspension du synchronisme de croissance entre le squelette et les autres tissus se limite parfois à un segment, créant un *gigantisme* (*ou un nanisme*) *segmentaire* qui, dans certaines régions, peut entraîner des conséquences pathologiques considérables (névroses).

Conclusions. — 1. Le principe embryonnaire de l'accroissement inégal s'applique manifestement à la phase *pubertaire* de la croissance.

2. Il reste normalement soumis à la loi des alternances, qui limite ses effets et les maintient dans les bornes de la physiologie.

---

(1) PAUL GODIN, *Asymétries normales des organes binaires chez l'homme* (*Comptes rendus*, 19 février 1900 et 3 octobre 1910).

3. Mais, et cela est individuel, la mauvaise nutrition placentaire qui fait la puberté difficile et tardive, peut en outre soustraire à la loi des alternances les effets de l'accroissement inégal et les transformer en altérations pathologiques.

4. Ainsi se trouvent constituées les déformations ostéo-articulaires qu'Ollier a groupées sous le nom de *rachitisme tardif* et un certain nombre des autres troubles qui composent la pathologie de la puberté.

5. L'observation périodique de l'enfant (examen semestriel anatomo-physiologique appuyé sur l'anthropométrie) fait assister à la genèse des troubles de cet ordre, en même temps qu'elle permet de dégager l'individualité à laquelle l'appropriation du traitement de ces troubles est indispensable.

La médication, qu'elle soit curative, qu'elle soit préventive, ce qui vaut mieux et est souvent possible, devra réserver une place importante au phosphate de chaux. Mais il faut savoir que l'organisme de l'adolescent en travail de puberté n'utilise vraiment ni le phosphore, ni la chaux si le phosphate de chaux n'est pas associé au manganèse, dont la présence dans les tissus et le rôle catalytique est connu grâce aux beaux travaux de M. Gabriel Bertrand (1887-1912), dans des proportions déterminées et qui se rapprochent de celles que cet auteur recommande en culture.

Il est des sujets pour qui au manganèse il convient de substituer le zinc, l'arsenic, le fer, etc. *Le médecin de l'adolescent* est tenu de connaître profondément chaque *individualité*.

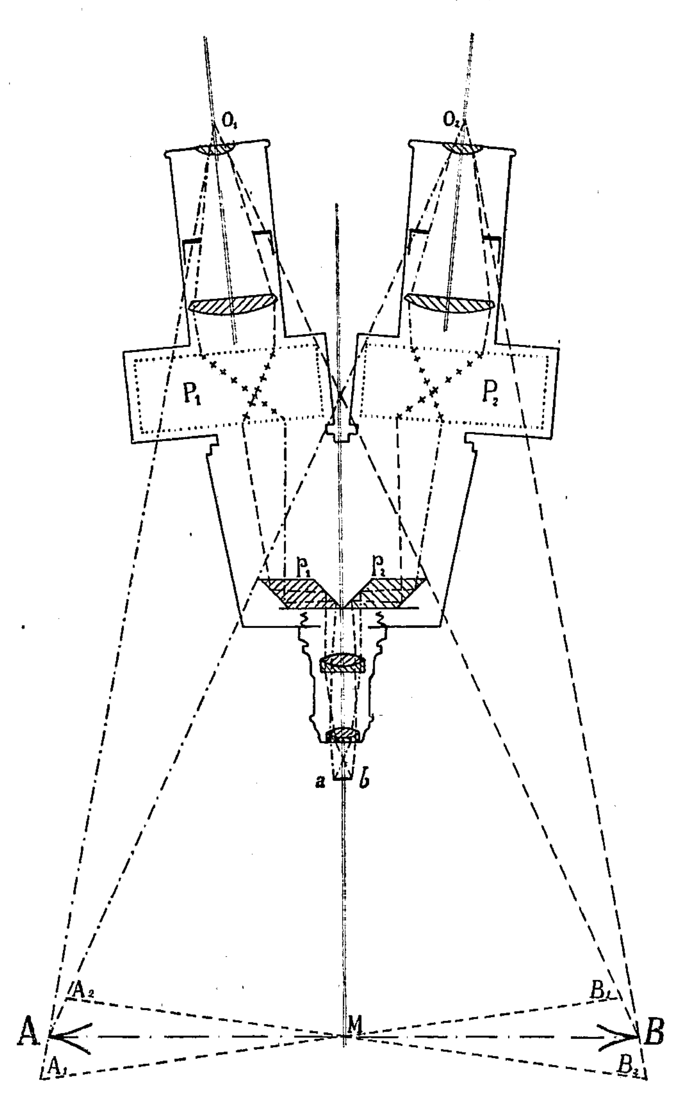
OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur un nouveau microscope stéréoscopique à un seul objectif*. Note de M. **A. Quidor**, présentée par M. Yves Delage.

Le microscope binoculaire stéréoscopique que vient de construire la Maison Nachet n'a qu'un seul objectif. Il donne un relief saisissant des objets avec un grossissement de 10 à 400 diamètres, alors que les loupes et microscopes binoculaires à deux objectifs ne peuvent dépasser 80 diamètres. Il a sur ces instruments le double avantage de permettre l'emploi d'objectifs à distance frontale très faible, et par conséquent puissants, et d'utiliser, les objectifs du microscope ordinaire.

Les faisceaux lumineux fournis par l'objectif sont partagés en deux

parties symétriques par les prismes P_1 et P_2. L'observateur perçoit le relief par la fusion des deux images conjuguées $A_1 B_1$ et $A_2 B_2$ de l'objet A B.

Comme dans tous les instruments stéréoscopiques, la distance des oculaires doit être égale à la distance des yeux de l'observateur. Ce réglage s'obtient par simple rotation des prismes redresseurs. Mais le microscope stéréoscopique Nachet supprime en outre tout effort de convergence et, par conséquent, toute fatigue par l'emploi d'oculaires spéciaux. C'est là un avantage précieux aussi bien pour le myope que pour l'hypermétrope.



Cet instrument, qui procède du microscope binoculaire de Nachet père, confirme d'ailleurs les principes stéréoscopiques que nous avons formulés (*Annales de Physique et de Chimie*, 1910). Les images conjuguées d'un micromètre-objet au dixième, dessinées successivement à la chambre claire et de telle façon que les déformations soient évitées, sont telles que les divisions du micromètre croissent régulièrement de gauche à droite pour l'œil droit et de droite à gauche pour l'œil gauche.

Nous avons d'ailleurs photographié les images conjuguées d'un caligien. Le relief est stéréoscopique quand la disposition des images conjuguées est identique à celles du micromètre, et pseudoscopique pour une disposition inverse. Le relief obtenu est donc bien réel. Les instruments stéréoscopiques à un seul objectif, et en particulier le microscope stéréoscopique Nachet, échappent donc aux critiques que permettrait une conception inexacte des phénomènes stéréoscopiques et visuels.

PHYSIOLOGIE. — *Excitabilité des nerfs itératifs, théorie de leur fonctionnement.* Note (¹) de M. **Louis Lapicque**, présentée par M. Dastre.

Un grand nombre de nerfs exigent, pour donner une réponse physiologique, une série d'excitations plus ou moins rapidement répétées. J'ai entrepris, avec le concours de plusieurs collaborateurs, une étude systématique de l'excitabilité des nerfs de ce genre, que j'appellerai pour abréger *nerfs itératifs*.

Le dispositif instrumental consiste essentiellement en une série de capacités que des appareils mécaniques, cylindres à cames ou diapasons, chargent et déchargent rythmiquement à des intervalles divers; le voltage de charge est réglé par un réducteur de potentiel et les résistances sont déterminées. On peut ainsi manier avec précision, indépendamment l'un de l'autre, les quatre facteurs de l'excitation réitérée, à savoir : intensité et durée de chaque onde, nombre et intervalle des ondes successives. L'expérience consiste à chercher comment l'intensité nécessaire pour atteindre le seuil varie avec l'un des trois autres facteurs, les deux derniers restant constants.

J'ai étudié de cette façon, sur la grenouille et le crapaud, le pneumogastrique, nerf d'arrêt du cœur, avec M. Meyerson (²); les vaso-constric-

(¹) Présentée dans la séance du 24 juin 1912.

(²) *Société de Biologie*, 13 janvier 1912.

teurs de la patte avec M. Boigey (1) et Mlle Kœnigs (2); les réflexes de la patte avec Mme Lapicque (3); le pneumogastrique, nerf moteur de l'estomac, avec Mme Lapicque. On retrouve sur ces objets divers, des traits communs qui permettent de généraliser la description des phénomènes pour les nerfs itératifs.

Constatations. — L'intensité liminaire en fonction de la capacité suit exactement la loi décrite pour les nerfs moteurs; elle fournit, par conséquent, cette caractéristique de l'excitabilité que j'ai appelée *chronaxie.* La chronaxie des nerfs itératifs est, dans une large mesure, indépendante de la fréquence et du nombre des excitations. Elle a présenté les valeurs suivantes (en chiffres ronds) à la température ordinaire : vaso-constricteurs et inhibiteurs cardiaques, $\frac{2}{1000}$ de seconde ; fibres motrices de l'estomac, $\frac{1}{100}$ de seconde ; fibres sensitives du sciatique, $\frac{3}{10000}$ de seconde chez la grenouille, le double ou le triple chez le crapaud (étant égale chez ces deux animaux à la chronaxie de fibres motrices du même nerf).

En fonction de la fréquence croissante, l'intensité liminaire, infinie pour la fréquence zéro (inefficacité de l'excitation isolée), tend asymptotiquement vers une valeur constante. La fréquence pour laquelle on arrive à cette valeur constante varie avec l'objet étudié et avec la température; elle est indépendante de la capacité employée : à la température ordinaire, elle est, par seconde, d'environ 6 pour les inhibiteurs cardiaques, 3 pour les vaso-moteurs, encore moindre pour les gastro-moteurs ; pour le réflexe, elle varie beaucoup avec l'état de nutrition ou de fatigue de l'animal, elle est généralement comprise entre 10 et 20 par seconde.

Si l'on échauffe ou refroidit le nerf au point de l'excitation électrique, la chronaxie diminue ou augmente suivant le coefficient connu pour les nerfs moteurs ; si l'on échauffe ou refroidit l'animal entier ou l'aboutissement du nerf (par exemple, la moelle, en déposant un morceau de glace sur la colonne vertébrale), le nerf étant maintenu à température constante, la chronaxie ne change pas, la loi de fréquence est considérablement modifiée.

Le nombre des excitations donne lieu à des constatations analogues à celles de la fréquence.

Remarques. — 1° Dans le cas des vaso-moteurs, la contractilité de l'appareil mis en jeu (muscles lisses) est très lente; la chronaxie observée apparaît beaucoup plus

(1) *Société de Biologie*, 2 mars 1912.
(2) *Ibid.*, 18 mai 1912.
(3) *Ibid.*, 1er juin 1912.

petite qu'on ne l'attendrait pour des nerfs moteurs directs. Dans le cas de l'estomac, la chronaxie des fibres musculaires est de plusieurs dixièmes de seconde ; celle des fibres nerveuses est voisine du centième de seconde : ici, l'*hétérochronisme* est manifeste.

2° Les lois de *sommation* (variation de l'intensité liminaire suivant la fréquence et le nombre des excitations), observées sur les nerfs itératifs, sont superposables à celles que l'on obtient en étudiant l'*addition latente* de Ch. Richet sur les muscles lents de la vie de relation (¹). Il n'y a de différence que pour la partie des courbes voisine du nombre un ou de la fréquence zéro, l'excitation unique étant généralement efficace, avec une intensité finie, sur les muscles lents, et généralement inefficace sur les nerfs itératifs.

3° Antérieurement, j'ai montré que l'addition latente se produit seulement dans le cas où l'excitation est brève par rapport à l'excitabilité mise en jeu (²) ; d'autre part, j'ai montré, par la comparaison de mes mesures avec celles de divers auteurs, qu'entre nerfs différents, la durée de l'onde de négativité fonctionnelle varie dans le même sens que la chronaxie (³).

Conclusions. — Dans la mesure de l'excitabilité des nerfs itératifs, la chronaxie caractérise les fibres nerveuses ; les lois de sommation caractérisent l'appareil auquel aboutissent ces fibres.

A l'inverse des nerfs moteurs de la vie de relation, qui sont isochrones à l'objet (muscle) qu'ils innervent, les nerfs itératifs sont essentiellement hétérochrones à cet objet.

Théorie. — Voici comment on peut se représenter leur fonctionnement dans les conditions expérimentales.

Chaque onde électrique provoque une réponse du nerf, une onde nerveuse. Comme dans les nerfs moteurs, l'apparition et l'intensité de cette onde nerveuse dépendent de la durée et de l'intensité de l'excitation électrique ; mais sa forme et sa durée en sont indépendantes. Il arrive donc à l'aboutissement du nerf des ondes nerveuses dont le nombre et le rythme sont le nombre et le rythme des excitations électriques, mais dont la durée, invariable, est brève par rapport à l'excitabilité de l'appareil récepteur. *L'addition latente* se produit suivant les lois générales. Mais l'intensité de la réponse d'un nerf n'est pas proportionnelle à l'intensité de l'excitant ; comme la contraction du muscle, elle tend, avec les excitations croissantes, vers un maximum (Waller). On conçoit que ce maximum peut rester inférieur au seuil de l'appareil récepteur pour une excitation unique.

(¹) *Société de Biologie*, 18 mai 1912.
(²) *Comptes rendus*, 21 mars 1910.
(³) *Revue générale des Sciences*, 15 février 1910.

HISTOLOGIE. — *L'arcade de Corti et ses connexions avec l'épithélium sensoriel.* Note de M. E. Vasticar, présentée par M. Henneguy.

Les notions nouvelles, qui me sont fournies par l'étude des différents piliers ([1]), me montrent que l'arcade de Corti est formée : 1° par un système de filaments souples, 2° par un système d'éléments rigides.

1° Le système souple est représenté : *a*, par les faisceaux filamenteux entrant dans la composition des piliers de Corti de chaque rangée; *b*, par le prolongement filamenteux céphalique du pilier interne à mortaise, qui contribue à former la membrane fibrillaire et qui se fixe au bord axial des anneaux des cellules acoustiques de la première rangée; *c*, par le prolongement fasciculé de la tête du pilier externe de Corti.

L'origine interne de ce dernier n'est pas encore bien précisée. Les uns le font naître du pourtour de la concavité du bourrelet en fer à cheval de la tête du pilier externe. Van der Stricht le voit s'implanter dans le voisinage du ciment intercellulaire qui sépare les surfaces latérales d'une rangée céphalique externe. Pour Held, il entrecroiserait ses fibres avec les extrémités supérieures des filaments du pilier externe. J'observe, pour mon compte, que ce prolongement, chez le Lapin, traverse de part en part, à l'état de faisceau, la portion centrale de la tête du pilier externe (*p.f.*, *fig.* 1); qu'il s'entoure, en cet endroit, d'un manchon de substance claire, et qu'il aboutit à un corps triangulaire ou à un bâtonnet faisant saillie sur la face axiale convexe de la tête de ce pilier (*c. t.*, *fig.* 1). Je distingue, de plus, ce corps triangulaire d'une autre saillie un peu différente, appartenant au bord convexe de la palette du pilier grêle interne.

L'extrémité externe de ce prolongement fasciculé adhère à la surface épithéliale de la façon suivante : la phalange de la première rangée n'est, selon mon observation, qu'une demi-phalange (*ph.* 1 *r.*, *fig.* 1, 2 et 3). Sa partie axiale tronquée s'effile en s'engageant entre deux cellules acoustiques de la première rangée. L'apophyse ainsi formée est conique; elle se renfle en forme de massue et se termine par une extrémité arrondie qui dépasse,

---

([1]) E. Vasticar, *Sur la structure des piliers de Corti* (*Comptes rendus*, t. 153, p. 1023, séance du 20 novembre 1911). — *Sur la structure des piliers internes de l'organe de Corti* (*Comptes rendus*, t. 154, p. 135, séance du 15 janvier 1912). — *Sur l'existence d'un pilier grêle externe de l'organe de Corti* (*Comptes rendus*, t. 154, p. 1723, séance du 10 juin 1912).

plus ou moins en dedans, la ligne des cellules acoustiques de la première rangée. C'est sur les parties latérales ainsi qu'à l'extrémité légèrement rugueuses de cette apophyse que s'insère la membrane fibrillaire du pilier à mortaise (*m. f.*, *fig.* 1 et 2). Cette membrane se fixant, en outre, au bord axial des anneaux des cellules acoustiques de la première rangée

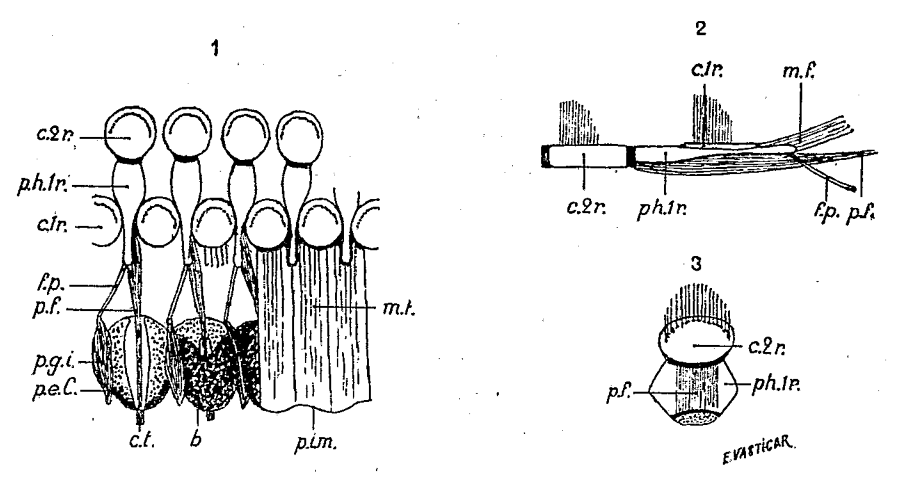


Fig. 1. — Vue cavalière de l'organe de Corti du lapin.

Fig. 2. — Vue de profil.

Fig. 3. — Section transversale d'une phalange de la première rangée.

ABRÉV. : *b.*, bourrelet en fer à cheval de la tête du pilier externe de Corti; *c. t.*, corps triangulaire de la face axiale de la tête du pilier externe de Corti; *c.* 1 *r.*, cellule auditive externe de la première rangée; *c.* 2 *r.*, cellule auditive externe de la deuxième rangée; *f. p.*, filament piliforme du pilier grêle interne (à palette); *m. f.*, membrane fibrillaire (prolongement céphalique du pilier interne à mortaise); *p. e.* C., pilier externe de Corti; *p. f.*, prolongement fasciculé de la tête du pilier externe de Corti; *p. g. i.*, pilier grêle interne (à palette); *ph.* 1 *r.*, phalange de la première rangée; *p. i. m.*, pilier interne à mortaise.

supprime donc toute communication entre le canal cochléaire et les espaces de Nuel. La surface inférieure de cette phalange est faiblement excavée (*ph.* 1 *r.*, *fig.* 3). Elle reçoit l'insertion d'un petit nombre de filaments se détachant du prolongement fasciculé, la plus grosse partie du faisceau filamenteux s'insérant directement, par un épaississement terminal, sur l'anneau de la cellule acoustique de la deuxième rangée.

Tels sont les éléments constitutifs du système filamenteux souple de l'arcade de Corti.

2° Le système rigide est figuré : *a*, par le pilier grêle externe; *b*, par le pilier grêle interne (à palette); *c*, par le filament piliforme.

L'élément filamenteux composant leur portion centrale est très restreint;

il est entouré d'une gaîne de substance compacte paraissant très résistante, de forme assez régulièrement cylindrique et peu sensible à l'action des colorants. Cette substance offre une grande analogie avec celle des phalanges.

Le pilier grêle externe accompagne le pilier externe de Corti. Le pilier grêle interne (à palette) se trouve placé entre deux piliers internes à mortaise. Il s'en détache quelquefois complètement; il est alors situé en dehors de la ligne des piliers internes.

Le filament piliforme, qui semble avoir une structure identique à celle des piliers grêles, naît de la partie supéro-externe de la palette du pilier grêle interne (*f. p.*, *fig.* 1). Il s'insère, d'autre part, à la partie inférieure de l'extrémité de la phalange de la première rangée, en dessous des insertions de la membrane fibrillaire et au-dessus de celles du prolongement fasciculé qu'il accompagne (*f. p.*, *fig.* 2). Le piliforme et le fasciculé ont donc une insertion commune sur la même phalange, mais suivent des directions divergentes vers l'axe du limaçon.

MÉDECINE. — *Immunisation vaccinale passive et sérothérapie.* Note de M. **L. Camus**, présentée par M. Ch. Bouchard.

Les propriétés immunisantes du sérum des animaux guéris d'infection pouvant parfois donner des résultats favorables dans le traitement des maladies humaines similaires, on a essayé depuis longtemps d'instituer une thérapeutique de la variole, au moyen du sérum des animaux vaccinés. Les travaux de Maurice Raynaud et de A. Chauveau, poursuivis dans ce but, n'eurent que des résultats négatifs et firent évanouir les belles espérances fondées sur cette méthode. A la suite de recherches, faites en collaboration avec Chambon et Ménard, sur l'immunité vaccinale et le pouvoir immunisant du sérum des génisses vaccinées, Beclère essaya dans de nouvelles conditions de traiter un certain nombre de varioleux par la sérothérapie. Les succès qui suivirent ces tentatives furent très restreints, les malades injectés étant probablement très infectés, et il ne se fit pas un mouvement en faveur de cette thérapeutique. Les essais des expérimentateurs qui suivirent ne furent pas plus heureux et, à l'heure actuelle, la sérothérapie de la variole n'est pas encore réglée.

Avant de reprendre cette étude, j'ai pensé que certaines expériences de laboratoire pourraient éclaircir quelques-uns des insuccès rencontrés en clinique. Les recherches que j'ai entreprises ont eu pour but de préciser les conditions de l'immunisation passive; j'ai pris comme sujet d'expérience

le lapin, qui réagit bien à la vaccine, qui a rarement l'immunité naturelle, et je me suis proposé : 1° d'établir le degré d'activité de son sérum après vaccination; 2° de rechercher l'influence du temps sur l'immunisation passive; 3° de déterminer, en tenant compte exactement du début de l'infection, la valeur préventive et curative du sérum actif.

J'ai pris comme critérium les variations subies par l'éruption vaccinale sous l'influence des conditions expérimentales et, dans chaque cas, l'éruption d'un animal témoin m'a servi de point de comparaison.

I. *Action immunisante du sang et du sérum des lapins immunisés.* — L'action immunisante du sang et du sérum des lapins vaccinés est facile à mettre en évidence si l'on tient compte, pour faire le prélèvement du sang, du moment où apparaît l'immunité vaccinale, époque bien précisée par A. Calmette et C. Guérin.

Si, par exemple, on injecte dans les vaisseaux d'un lapin neuf 20^{cm^3} de sang prélevés à un lapin vacciné depuis quelques semaines et si peu d'heures après l'injection on fait à cet animal une inoculation de vaccin sur la peau du dos, on constatera que le nombre des éléments vaccinaux qui évolueront sera d'une façon très nette considérablement plus faible que chez un animal témoin.

Le sérum jouit des mêmes propriétés que le sang total. Dans le but de préciser les meilleures conditions à réaliser pour l'étude de l'immunisation passive, j'ai fait varier la dose de sérum injecté et le nombre des injections. D'une série d'expériences que je ne puis rapporter ici en détail, il résulte que, non seulement le degré d'immunisation varie avec la dose de sérum injectée, mais aussi avec le nombre des injections. Après une seule injection, l'immunisation est d'autant plus forte que la quantité de sérum injectée est plus grande; mais, si la dose injectée reste la même et si l'on multiplie le nombre des injections en les espaçant, on constate que l'immunisation n'augmente pas proportionnellement avec le nombre des injections; il semble même que l'immunité soit plus forte après une seule injection qu'après de petites injections répétées. On peut enfin, dans certaines conditions, obtenir une immunité aussi intense avec une injection intraveineuse de 10^{cm^3} par kilogramme que par de multiples injections qui correspondent au total à 20^{cm^3} ou 25^{cm^3} par kilogramme.

II. *Influence du temps sur l'immunisation passive.* — Une dose de 10^{cm^3} par kilogramme de sérum d'un lapin immunisé, injectée en une seule fois, dans la veine marginale de l'oreille d'un lapin neuf, lui confère une immunité très appréciable; l'éruption consécutive à une vaccination sévère est, après cette injection, très fortement atténuée et l'on peut adopter ce

procédé d'immunisation pour étudier diverses influences sur la marche de l'immunité.

Si l'on immunise, avec un même sérum et avec une même dose de ce sérum (10cm³ par kilogramme), une série de lapins de telle façon que l'injection précède de 12 jours, 5 jours, 3 jours ou même simplement de quelques minutes le moment de la vaccination, on constate que le degré d'immunité n'est pas modifié par le temps qui sépare l'injection de la vaccination. L'animal injecté depuis 12 jours n'est pas plus immunisé que l'animal injecté au moment d'être vacciné. L'immunisation par le sérum est en somme immédiate.

III. *Valeur préventive et curative des injections de sérum par rapport au début de l'injection.* — Ayant constaté que l'immunisation se produit sans incubation, il était intéressant de suivre les différences d'action du sérum sur le virus, quand l'infection de l'organisme précède ou suit l'injection, et de rechercher pendant combien de temps le sérum peut modifier l'évolution du virus.

A cet effet, sept lapins adultes à peu près du même poids (de 2kg,400 à 3kg) ont été traités avec le même sérum et avec la même dose (10cm³ par kilogramme), mais le moment de l'injection fut variable par rapport au moment de la vaccination. Deux ont été injectés avant la vaccination, un a reçu le sérum en même temps qu'il était vacciné et les quatre autres ont été traités avec ce sérum un nombre d'heures variable après la la vaccination; un huitième animal, qui n'a pas reçu de sérum, a été simplement vacciné pour servir de témoin. Toutes les vaccinations ont été faites au même moment, avec les mêmes quantités et les mêmes dilutions de vaccin. Sur le dos, préalablement rasé, de chaque animal, deux surfaces de 40cm² à 45cm² ont été ensemencées avec 0cm³,3 de dilutions de vaccin à $\frac{1}{100}$ et $\frac{1}{1000}$. Le sérum qui a servi à tous ces animaux est un mélange homogène de sérum fourni par six lapins bien immunisés. Voici les résultats de ces huit expériences :

Numéros des expériences et poids des animaux.		Heures des injections par rapport à la vaccination.	Nombre d'éléments qui ont évolué sur les surfaces cutanées inoculées avec les dilutions à $\frac{1}{100}$.	$\frac{1}{1000}$.
	kg			
I.....	2,370 ♀	52 heures avant	49	10
II....	2,670 ♂	28 heures avant	54	13
III...	2,540 ♂	en même temps	40	5
IV....	2,800 ♂	20 heures après	confluents	200
V....	2,670 ♂	51 heures après	confluents	141
VI....	3 ♂	72 heures après	confluents	246
VII...	2,470 ♂	96 heures après	confluents	confluents
VIII..	3,320 ♂	pas d'injection de sérum	confluents	confluents

Ces expériences sont aussi nettes que possible. Le sérum virulicide injecté à un animal normal n'a d'action sur l'évolution du virus que si l'injection précède ou accompagne la vaccination. Très peu d'heures après l'introduction du virus dans l'organisme, l'injection du sérum est sans effet. Le lapin de l'expérience IV, qui a reçu le sérum en phase d'incubation vaccinale, n'a pas été protégé par l'injection ; chez lui, le virus a évolué à peu près dans les mêmes conditions que chez un animal normal. Il est inutile d'insister sur les résultats négatifs des injections de sérum faites aux trois animaux suivants.

Ces constatations présentent un grand intérêt pratique, elles montrent que les injections de sérum virulicide ne peuvent avoir qu'une application restreinte. Employée préventivement, la sérothérapie antivariolique peut se montrer efficace; mais, après le début de l'infection, son influence devient douteuse, et plus on avance dans la phase d'incubation, plus faibles sont les chances de succès; passé cette phase, elle devient sans effet sur l'éruption.

PARASITOLOGIE. — *De l'action des sérums de Primates sur les trypanosomes humains d'Afrique.* Note de MM. **F. Mesnil** et **J. Ringenbach** [1] présentée par M. A. Laveran.

Depuis la Note que nous avons publiée ici même, le 27 novembre 1911, nous avons recueilli, sur l'action des sérums de Primates, et en particulier du sérum humain sur le *Tr. rhodesiense*, un certain nombre de faits complémentaires.

Nous avons eu l'occasion de traiter, à la dose de 1^{cm^3}, 14 souris infectées de *Tr. rhodesiense* par la voie péritonéale : 7 ont guéri d'emblée; 7 ont rechuté. Depuis la fin de novembre, les sérums humains nous ont paru moins actifs; c'est ainsi que toutes les souris de passage, que nous traitons de temps en temps pour éprouver la valeur d'un sérum, ont rechuté; il est possible que le mode sous-cutané d'inoculation du virus y soit pour quelque chose.

A la dose de 1^{cm^3} donnée en mélange avec le virus, le sérum humain empêche l'infection. Deux fois seulement, l'incubation n'a été que retardée; mais nous nous étions servis, intentionnellement, de vieux sérums.

(1) Ces recherches, commencées en collaboration, ont été poursuivies par M. Mesnil seul.

Nos constatations relatives à l'action du sérum humain sur le *Tr. rhodesiense* ont été contrôlées par Laveran et Nattan-Larrier qui ont reconnu, en même temps, que les trypanosomes qui ont été en contact avec le sérum humain acquièrent très vite la propriété de résister à l'action de ce sérum et que cette résistance se conserve pendant un certain nombre de générations (1). Nous constations le même fait dès le début de nos recherches et nous avons pu constituer une race de rechute; gardée par passage sur souris, elle s'est montrée réfractaire au sérum humain durant un certain temps; puis cette résistance a faibli peu à peu et finalement, le virus de 31e passage par souris a présenté la sensibilité initiale (2) : souris guérie d'emblée par l'injection de 1^{cm^3} de sérum.

La résistance acquise du *Tr. rhodesiense* persiste donc à peu près comme celle des races de *Tr. Brucei* rendues résistantes au sérum humain (Jacoby) ou au sérum de cynocéphales (Lebœuf).

Avec les sérums de cynocéphales, nos nouveaux résultats concordent avec les premiers. La dose de 1^{cm^3} a guéri définitivement 3 souris sur 5; celle de $0^{cm^3},5$, 5 souris sur 7; la dose de $0^{cm^3},25$ n'a donné que des survies. Ces sérums sont environ deux fois plus actifs que les sérums humains.

Les sérums de mangabeys (*Cercocebus fuliginosus*) et de mandrills (*Mormon maimon*), employés à titre curatif à la dose de 1^{cm^3}, n'ont amené que des retards de 7 à 11 jours dans la durée de l'infection. A la même dose donnée préventivement, le sérum de mangabey a empêché l'infection.

Les trypanosomes de rechutes des souris traitées par ces divers sérums de singes deviennent moins rapidement résistants que dans le cas du sérum humain.

Nous avons préparé des races résistantes aux sérums de cynocéphale et de mangabey dans le but de tenter l'infection de ces singes.

Nos essais ont échoué.

Un *Papio anubis*, inoculé à deux reprises, sous la peau d'abord, dans le péritoine ensuite, avec un *Tr. rhodesiense*, devenu très peu sensible à son sérum, ne s'est pas infecté.

Un *Cercocebus fuliginosus*, qui avait contracté une légère infection, très passagère,

---

(1) Laveran et Nattan-Larrier, *Comptes rendus*, 2 janvier 1912, et *Bull. Soc. Path. exot.*, 12 juin 1912.

(2) Voir *Comptes rendus Soc. Biologie*, 13 janvier et 9 mars 1912, *Bull. Soc. Path. exot.*, 12 juin 1912.

à la suite de l'inoculation du *Tr. rhodesiense* normal, a pris une nouvelle infection (trypanosomes non rares à l'examen direct pendant 4 jours environ), encore passagère, à la suite de l'inoculation du virus résistant au sérum de cynocéphale. En revanche, un autre *Cercocebus*, inoculé avec un trypanosome que nous avions cherché à rendre résistant à son sérum, n'avait contracté aucune infection quand il a succombé 15 jours plus tard.

Remarquons que les mangabeys ne contractent, en général, que des infections abortives quand on leur inocule le *Tr. gambiense*, pour lequel leur sérum est sensiblement sans action.

A notre étonnement, les *Tr. rhodesiense* retirés du sang du premier mangabey, 14 jours après l'inoculation du virus normal, et portés sur souris, s'y sont montrés aussi sensibles au sérum de mangabey que le virus initial.

Laveran, Thiroux et d'Anfreville, Mesnil et Lebœuf n'ont pas constaté d'action spéciale du sérum humain sur le *Tr. gambiense*. Au moment de notre découverte de l'action du sérum humain sur le *Tr. rhodesiense*, nous n'avions pas manqué de faire des contrôles avec le *Tr. gambiense*. Nous avions bien remarqué un léger retard dans l'incubation quand le virus était mélangé au sérum et nous avions vu les trypanosomes disparaître pendant quelques jours de la circulation de *certaines* souris à la suite de l'injection de 1^{cm^3} de sérum humain. Comme notre virus *gambiense* était conservé alors sur rats, nous avons attribué les faits observés à une virulence mal fixée pour la souris. Nous n'avons pas perdu ces faits de vue et, après avoir appris à mieux connaître la virulence de notre trypanosome pour la souris et l'avoir affermie et régularisée par passages sur cette espèce animale, nous avons, à diverses reprises, essayé les pouvoirs préventif et curatif du sérum humain vis-à-vis du *Tr. gambiense* et nous nous sommes convaincus de leur existence.

Dans toutes ces expériences, le sérum a été employé à la dose de 1^{cm^3}; les virus ont été donnés par voie péritonéale, les infections ainsi produites étant plus rapides et plus régulières, sans crises véritables.

Préventivement, l'action du sérum se manifeste par un retard assez variable dans l'incubation. L'âge du sérum est très important à considérer. Avec un sérum frais, de 2 jours au plus et de bonne qualité, on a des retards de 8 jours et plus qui peuvent aller jusqu'à la protection *complète* des souris. Avec des sérums conservés depuis 3 jours et plus, même dans de bonnes conditions, le retard n'est plus, en général, que de 2 à 4 jours; il est parfois nul. Nous avons suivi, sur un même sérum, la baisse assez rapide de son pouvoir préventif.

Au point de vue curatif, les trypanosomes disparaissent de la circulation en 24 heures, parfois en 48 heures, et reparaissent quelques jours plus tard; la survie des souris peut atteindre 10 jours. L'action curative du sérum est parfois nulle; cela peut tenir à ce que le sérum (essayé par exemple sur *Tr. rhodesiense*) n'est pas très actif ou encore à des particularités individuelles des souris. En tous cas, les échecs, même en tenant compte des mauvais sérums, ne portent pas sur plus du tiers des souris.

Par comparaison, nous avons fait un certain nombre d'essais de prévention et de guérison des infections à *Tr. gambiense* par le sérum de cynocéphale; il ne s'est pas montré plus actif que le sérum humain.

Nous sommes donc en possession d'un *Tr. gambiense* qui se montre, chez la souris, doué d'une certaine sensibilité au sérum humain. Notre virus a été retiré, il y a plus de 7 ans, d'un cas humain de maladie du sommeil (1). Il est fort possible que la propriété sur laquelle nous attirons l'attention soit nouvellement acquise, puisque, dans leurs expériences de 1910, Mesnil et Lebœuf n'avaient rien remarqué à cet égard. Au point de vue de l'acquisition de cette propriété comme à celui de la virulence, il y aurait donc une différence marquée avec le *Tr. rhodesiense* : déjà 1 an après son passage sur les animaux, ce dernier trypanosome était plus sensible au sérum humain et plus virulent que ne l'est notre *Tr. gambiense* au bout de 7 ans.

La différence d'action du sérum humain sur les deux trypanosomes humains est en particulier très nette, et nous l'avons contrôlée plusieurs fois en opérant parallèlement avec des sérums d'âges divers.

Enfin, cette apparition spontanée de propriétés nouvelles chez un trypanosome est intéressante au point de vue du problème de la *variation* chez ces micro-organismes.

M. **Laveran** s'exprime en ces termes :

A propos de la Note de MM. Mesnil et Ringenbach, je dois rappeler que je possède une race de *Tr. gambiense* provenant de l'Ouganda qui, depuis 9 ans, est conservée au moyen de passages par animaux (par cobayes presque toujours), et que cette race se montre aussi peu sensible au sérum humain qu'au premier jour (2).

(1) Voir Mesnil, *Bull. Soc. Path. exot.*, 12 juin 1912.

(2) A. Laveran et Nattan-Larrier, *Comptes rendus*, t. 154, p. 18 (séance du 2 janvier 1912).

Le *Tr. rhodesiense*, qui devient facilement résistant au sérum humain (Laveran et Nattan-Larrier), perd assez rapidement cette propriété à la suite de passages par les animaux. La différence d'action du sérum humain sur le *Tr. gambiense* et le *Tr. rhodesiense* est donc très grande, comme le constatent MM. Mesnil et Ringenbach.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la présence du manganèse dans la série animale.* Note de MM. **Gabriel Bertrand** et **F. Medigreceanu**, présentée par M. E. Roux.

Nous avons montré que le manganèse existe normalement, au moins à l'état de traces, dans le sang et les organes de l'homme et des animaux supérieurs : Mammifères, Oiseaux et Poissons, chez lesquels il joue sans doute, comme chez les végétaux, un rôle important dans les échanges nutritifs (¹).

Nous avons voulu savoir, à la suite de ces résultats, si la présence du manganèse était générale chez les animaux; nous l'avons donc recherché et même dosé dans une série d'espèces appartenant aux divers groupes zoologiques, jusque et y compris les Échinodermes. Ce sont les résultats ainsi obtenus que nous donnons aujourd'hui.

Voici d'abord la liste des nouvelles espèces que nous avons examinées :

Vertébrés. Mammifères : Rat blanc, Souris commune (*Mus musculus* L.) et sa variété blanche.

Oiseaux : Tourterelle (*Turtur risorius*), Bouvreuil de Java.

Reptiles : Vipère cornue (*Cerastes vipera*).

Batraciens : Salamandre noire (*Salamandra atra* Lam.), Grenouille verte (*Rana viridis* L.), Grenouille rousse (*Rana temporaria* L.).

Poissons : Hareng, Sardine (*Clupea sardina*), Limande, Maquereau, Merlan, Poisson rouge, Squale (*Pristiurus melanostomus*).

Arthropodes. Insectes : Gyrin (*Gyrinus natator*), Piéride du chou, adulte (*Pieris brassicæ*), Écaille martre, chenille (*Chelonia caja*), Écaille marbrée, chenille (*Chelonia villica*), Sauterelle (*Locusta viridissima*).

Crustacés : Écrevisse (*Astacus fluviatilis* Rond.), Crevette grise (*Crangon vulgaris* Fabr.), Cloporte (*Oniscus murarius* Cuv.), Anatife (*Lepas anatifera* L.).

Mollusques. Céphalopodes : Seiche (*Sepia officinalis*).

Gastéropodes : Vignot (*Littorina littorea* L.), Patelle (*Patella vulgaris* L.),

(¹) *Comptes rendus*, t. 154, 1912, p. 941 et p. 1450.

Escargot des jardins (*Helix hortensis* Müll.), Lymnée des étangs (*Lymnea stagnalis* L.).

Lamellibranches : Huître de Marennes (*Ostrea edulis* L.), Huître portugaise (*O. angulata* Lam.), Coquille Saint-Jacques (*Pecten Jacobœus* L.), Moule (*Mytilus edulis* L.), Moule d'eau douce (*Unio sinuatus* Lam.), Coque (*Cardium edule* L.), Clovisse (*Tapes decussatus* L.).

Vers. Hirudinées : Sangsue (*Hirudo medicinalis*).

Échinodermes. Astéroïdes : Étoile de mer (*Asteracanthion rubens* L.).

Holothuries : Stichope royal (*Stichopus regalis* Selenka) (¹).

Nous avons employé la même méthode d'analyse que dans nos recherches antérieures. Comme précaution particulière, nous avons débarrassé autant que possible l'estomac et l'intestin des animaux de leur contenu alimentaire; dans plusieurs cas, nous avons même éliminé ces organes.

Les 51 dosages que nous avons pu effectuer sur les 40 espèces énumérées ci-dessus, ajoutés à ceux, beaucoup plus nombreux encore, que nous avons déjà publiés, prouvent que le manganèse est répandu sans exception dans l'organisme de tous les représentants du règne animal.

Chez les Vertébrés, ce sont les Mammifères qui sont les moins riches : on n'y trouve guère plus de quelques centièmes de milligramme de manganèse pour 100g d'organisme total, tandis qu'on rencontre des proportions 5 à 10 fois plus élevées du même métal chez les Oiseaux, les Reptiles, les Batraciens et les Poissons.

Chez les Invertébrés, dont la richesse est, en général, assez grande, les variations observées ne portent pas sur un nombre suffisant d'espèces pour donner lieu à des comparaisons tant soit peu définitives, mais on peut déjà observer que les Mollusques gastéropodes et lamellibranches sont parmi les animaux les plus abondamment pourvus de manganèse (²). Chez le Vignot, la Lymnée, le Peigne Saint-Jacques, nous avons dosé plusieurs milligrammes de métal pour 100g d'animal extrait de la coquille (³).

Cette observation est à rapprocher de la découverte, faite par Griffiths (⁴),

(¹) Pichard (*Comptes rendus*, t. 126, 1898, p. 1882) dit avoir *cherché et rencontré* le manganèse dans la Méduse, des Coquilles blanches marines, des Escargots marins, l'os de Seiche, la carapace du Crabe, la chair de Langouste et la Sardine fraîche.

(²) Pour les détails, voir le Mémoire.

(³) H. Bradley (*Journ. of. biol. Chemistry*, t. III, 1907, p. 151) a dosé de 0,601 à 1,19 de manganèse dans les tissus desséchés d'un mélange d'*Unio* et d'*Anodonta* (Lamellibranches d'eau douce).

(⁴) *Comptes rendus*, t. 114, 1892, p. 840.

d'un pigment respiratoire à base de manganèse, la pinnaglobine, dans le sang d'un Mollusque lamellibranche, *Pinna squamosa;* elle en augmente la portée en rendant vraisemblable la présence d'une combinaison identique ou analogue à la pinnaglobine dans l'organisme de divers Mollusques aquatiques.

Une autre observation intéressante ressort des nombreuses déterminations de manganèse que nous avons faites chez les animaux, dans leur sang et dans leurs organes, lorsqu'on les compare à celles qui ont été publiées, à diverses reprises, au sujet des plantes et des produits d'origine végétale. C'est la grande différence quantitative qui sépare les deux règnes d'êtres vivants au point de vue de la teneur en manganèse, la pauvreté excessive des espèces animales comparée à celle, déjà très petite cependant, des espèces végétales. Il y a là, particulièrement, une notion précise qu'il sera sans doute utile de faire entrer en ligne de compte dans l'étude de l'origine des espèces et de leur mode d'adaptation biochimique aux milieux, dans l'interprétation de la valeur des régimes végétarien et carnivore, enfin, même, dans les considérations relatives à la nature du terrain physiologique.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la production du lévulose par voie biochimique.* Note de MM. A. **Fernbach** et M. **Schoen**, présentée par M. E. Roux.

Au cours de recherches sur les divers modes de dégradation des hydrates de carbone par les microbes, nous avons rencontré un bacille anaérobie se comportant, vis-à-vis du saccharose, d'une manière très curieuse que nous exposons brièvement ci-après.

Ensemençons le microbe, que nous désignerons provisoirement sous le nom de *gommobacter*, dans un milieu nutritif constitué soit par des sels minéraux([1]), soit par du bouillon ordinaire dilué, soit par de l'eau de levure et renfermant de 5 à 10 pour 100 de saccharose et faisons le vide dans le vase de culture([2]). Au bout de quelques jours de séjour à la température de 30° à 32°, nous observons la formation d'un trouble qui s'accompagne d'un léger dégagement de gaz (mélange d'hydrogène et d'anhydride carbo-

---

([1]) Le milieu que nous avons le plus souvent employé a la composition indiquée par L. Grimbert (*Ann. Inst. Pasteur*, t. VII, 1893, p. 353).

([2]) Le gommobacter n'est pas un microbe strictement anaérobie, mais la présence d'oxygène à l'origine de la culture ralentit beaucoup son développement.

nique), et qui ne tarde pas à donner au liquide une apparence laiteuse. La culture prend en même temps une consistance visqueuse.

En étudiant le produit qui donne à la culture sa viscosité, nous avons constaté qu'il présente toutes les propriétés d'une gomme.

Il est précipitable de la culture par l'alcool, l'acétone, la baryte, la strontiane, etc.; la matière précipitée est visqueuse, élastique, insipide. Si l'on broie les grumeaux obtenus avec de l'alcool absolu ou de l'acétone pure, ils se résolvent en une masse pulvérulente qui, essorée et séchée dans le vide, se présente sous la forme d'une poudre blanche très légère. Cette poudre se gonfle dans l'eau froide et donne avec l'eau chaude une fausse solution colloïdale, infiltrable, mais dont il est facile d'éliminer par centrifugation les corps de bacilles qu'elle renferme.

La gomme ainsi obtenue représente en poids sensiblement la moitié du saccharose mis en œuvre. C'est ainsi que nous avons obtenu, à l'état de gomme *isolée*, 22g,5 aux dépens de 50g de saccharose dans une expérience, et 6g,85 dans une autre aux dépens de 15g de saccharose; si l'on tient compte de l'impossibilité de recueillir la totalité de la gomme précipitée, on voit que ces rendements se rapprochent sensiblement de 50 pour 100. La totalité de la gomme produite peut être recueillie longtemps avant que la fermentation du sucre mis en œuvre soit complète.

La solution colloïdale de gomme ne réduit pas la liqueur de Fehling. Soumise à l'hydrolyse par une trace d'acide, elle prend un fort pouvoir réducteur, et, après une courte ébullition, elle présente un pouvoir rotatoire et un pouvoir réducteur correspondant exactement au *lévulose*. Dans cette hydrolyse, le rendement en lévulose est presque quantitatif; c'est ainsi qu'une solution à 1,5 pour 100 de gomme a fourni, après 10 minutes d'ébullition avec 0,01 pour 100 d'acide sulfurique, une solution de lévulose à 1,47 pour 100.

Ces expériences permettent de conclure que la gomme produite par le gommobacter est un *lévulane*, analogue à un produit déjà extrait sous ce nom, par E. von Lippmann (*Berichte*, t. XIV, 1881, p. 1509), d'une lessive de déchets provenant d'une sucraterie. Un produit du même genre a également été obtenu en partant du saccharose par R.-G. Smith (*Proc. Linnean Soc. New South Wales*, 1902), à l'aide d'une bactérie qui, à en juger par les caractères qu'indique cet auteur, diffère totalement de notre gommobacter, notamment par la nature des produits volatils formés.

Une particularité curieuse du gommobacter est qu'il ne produit de gomme qu'aux dépens du saccharose. Nous n'avons pu obtenir la gomme avec aucun autre sucre. Bien que ce microbe commence par intervertir le saccharose, on n'obtient pas de gomme lorsqu'on lui offre le sucre tout interverti; on n'en obtient pas davantage avec le glucose, ni avec le lévulose, ni avec un mélange équimoléculaire de ces deux sucres. Il semble donc que la production de gomme, vraisemblablement formée aux dépens

du côté lévulose de la molécule de sucre, ne puisse avoir lieu qu'en présence de lévulose naissant. L'autre côté de la molécule de saccharose est, comme les autres sucres sur lesquels nous avons expérimenté, transformé en produits gazeux et volatils que nous étudions actuellement.

Le gommobacter nous offre donc l'exemple curieux d'un microbe qui immobilise, au moins momentanément, sous une forme complexe, insoluble et facile à purifier, une moitié de la molécule du sucre, et nous fournit un moyen simple d'en extraire le lévulose.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Synthèse de glucosides d'alcools à l'aide de l'émulsine : méthylglucoside* β, *éthylglucoside* β *et propylglucoside* β. Note de MM. **Em. Bourquelot** et **M. Bridel**, présentée par M. Jungfleisch.

Dans les deux dernières Notes que nous avons publiées, concernant les propriétés de l'émulsine agissant dans l'alcool éthylique ([1]), nous avons montré que cet enzyme, mis en suspension dans de l'alcool à 85^c tenant du glucose en solution, détermine, à la température ordinaire, la combinaison du sucre et de l'alcool avec formation d'éthylglucoside β. Nous annoncions que nous avions obtenu, par la même réaction, des glucosides analogues avec d'autres alcools.

Nous exposons aujourd'hui les expériences qui nous ont permis de préparer ainsi, synthétiquement, les glucosides β de l'alcool méthylique et de l'alcool propylique normal. Et comme, au cours de ces recherches, nous avons réussi à obtenir, à l'état cristallisé, ce qui n'avait point été fait jusqu'alors, l'éthylglucoside β lui-même, nous revenons brièvement sur la préparation et les propriétés de ce glucoside.

Méthylglucoside β. — Des expériences particulières ayant établi que l'émulsine se conduit dans l'alcool méthylique à peu près comme dans l'alcool éthylique ([2]), nous avons, dans nos expériences de synthèse avec le premier de ces alcools, opéré de la même façon qu'avec le second, et nous nous sommes servis d'un alcool méthylique renfermant, pour 100 parties en poids, 85 parties de cet alcool pur et 15 parties d'eau.

([1]) *Comptes rendus*, séances du 20 mai et du 17 juin 1912, p. 1375 et 1737.

([2]) *Des actions hydrolysante et synthétisante de l'émulsine dans l'alcool méthylique. Obtention du méthylglucoside* β (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, séance du 15 juin 1912, p. 958).

Dans 500cm³ de ce liquide, on a fait dissoudre 5g de glucose pur anhydre; on a ajouté 1g d'émulsine et l'on a abandonné le mélange à la température du laboratoire (17° à 20°).

La rotation, qui était à l'origine de + 1° 8′ ($l = 2$), a diminué d'abord, puis passé à gauche et, lorsque la réaction s'est arrêtée, le 34e jour, elle s'élevait à — 16′.

Pour extraire le produit formé, on a filtré, distillé au bain-marie de façon à retirer l'alcool, achevé la distillation dans le vide partiel et repris par de l'éther acétique bouillant. Par refroidissement et repos, le produit a cristallisé.

Les cristaux se présentaient au microscope sous forme de lamelles quadratiques très régulières et fondaient à + 102°-104° (non corr.). Le pouvoir rotatoire, déterminé sur une solution aqueuse renfermant, dans 100cm³, 1g,6893 de cristaux desséchés à l'air, a été trouvé égal à — 32°,06 ($t = + 18°$).

La solution aqueuse employée à la détermination précédente ne réduisait pas la liqueur cupro-potassique. On l'a additionnée de 0g,30 d'émulsine et, en 2 jours, la rotation ($l = 2$) a passé de — 1°5′ à + 1°31′. Il s'était formé 1g,486 de glucose pour 100cm³, ce qui correspond à une hydrolyse presque complète.

Notre produit est donc bien du méthylglucoside β (1). Il s'en était fait, d'après le calcul, une quantité correspondant à 79,2 pour 100 du glucose employé. On en a obtenu un peu plus de 3g,50.

Éthylglucoside β. — W. Königs et Ed. Knorr, à qui l'on doit la première préparation de ce glucoside, et qui l'ont obtenu en partant de l'acétobromoglucose, n'ont pas réussi, malgré des essais répétés, à l'amener à l'état cristallisé (2). Leur produit, hydrolysable par l'émulsine, était sirupeux et possédait un pouvoir rotatoire α_D égal à — 30°,5.

C'est avec ces propriétés que nous l'avons obtenu nous-mêmes, dès nos premières expériences de synthèse. Mais la simplicité de la réaction, qui se fait sans l'intervention d'aucune matière étrangère autre que l'émulsine, laquelle est même à l'état de poudre insoluble, permettait de penser qu'on arriverait bientôt, en raison de la pureté du glucoside formé, à l'obtenir à l'état cristallisé.

Nous y sommes, en effet, parvenus ainsi qu'il suit : le produit sirupeux provenant d'une expérience de synthèse effectuée sur 20g de glucose, et qui pesait environ 16g, a été repris par 40cm³ d'acétone pur, anhydre et froid. Ce produit s'est dissous en

(1) Alberda van Ekenstein, *Rec. des trav. chim. des Pays-Bas*, t. XIII, 1894, p. 183.
(2) *Ber. d. d. chem. Gesell.*, t. XXXIV, 1901, p. 957.

totalité et, presque aussitôt, la cristallisation a commencé, la solution se remplissant peu à peu de cristaux en aiguilles. Après moins de 24 heures, le liquide s'était pris en masse. On a essoré rapidement ces cristaux à la trompe et, après les avoir lavés, en essorant, avec un peu d'acétone anhydre, on les a portés dans le vide sulfurique.

Une fois desséché, ce glucoside se présente sous la forme d'une masse cristallisée blanche, d'apparence feutrée, fondant à + 73°. Il est très hygroscopique. Exposé à l'air, il se liquéfie en absorbant de l'eau (jusqu'à 25 pour 100 de son poids). Son pouvoir rotatoire a été trouvé égal à $-33°,38$ ($p = 2,1466$; $v = 100$; $l = 2$; $\alpha = -1°26'$).

Comme on pouvait s'y attendre, le pouvoir rotatoire du produit cristallisé et pur est un peu plus élevé que ceux qui ont été obtenus antérieurement avec des produits amorphes, incomplètement purifiés.

La solution aqueuse employée ne réduisait pas la liqueur cupro-potassique. On l'a additionnée de 0^g,50 d'émulsine et, en 2 jours, la rotation a passé de $-1°26'$ a $+1°51'$, en même temps qu'il s'était formé 1^g,849 de glucose pour 100$^{cm^3}$, ce qui correspond ici aussi à une hydrolyse à peu près complète.

Propylglucoside β. — Seuls, Em. Fischer et Beensch ont préparé un glucoside de l'alcool propylique qui est peut-être un mélange des deux stéréoisomères α et β. Ils le décrivent simplement comme « une masse incolore, dure, amorphe, très hygroscopique et réduisant à peine la solution de Fehling » (¹). En opérant comme avec l'alcool méthylique, nous avons obtenu un produit cristallisé en houppes soyeuses, non réducteur, lévogyre ($\alpha_D = -34°,9$), hydrolysable par l'émulsine (rendement = 71,3 pour 100).

Ces trois premiers exemples montrent que l'émulsine possède des propriétés synthétisantes comparables comme puissance à ses propriétés hydrolysantes. Cela donnait à penser qu'on pourrait, en utilisant ces propriétés synthétisantes dans des conditions expérimentales convenables, reproduire les glucosides, même naturels, qu'elle est capable d'hydrolyser. Des expériences en cours confirment ces précisions.

(¹) *Ber. d. d. chem. Gesell.*, t. XXVII, 1894, p. 2478.

PALÉONTOLOGIE. — *Les Rhynchonelles portlandiennes, néocomiennes et mésocrétaciques du sud-est de la France.* Note de MM. **Charles Jacob** et **Paul Fallot.**

Les Brachiopodes, animaux fixés, sont soumis, dans leur distribution paléogéographique, aux conditions de facies; soit que celles-ci sélectionnent parmi les types possibles à une époque déterminée, pour n'admettre que des formes préalablement adaptées, soit qu'elles interviennent plus directement, et tendent à donner aux représentants de groupes, initialement divers, des caractères convergents.

Ces remarques trouvent une confirmation intéressante, au Portlandien, au Néocomien et au Mésocrétacé, dans le géosynclinal dauphinois et dans ses annexes, dont les dépôts ont une chronologie et des variations aujourd'hui minutieusement établies. Nous donnons ici quelques résultats relatifs aux Rynchonelles, qui, sur l'étendue topographique et dans les limites stratigraphiques indiquées, se répartissent en trois groupes distincts.

I. *Groupe de Rhynchonella spoliata* (Suess). — Ce premier groupe correspond à des types presque lisses, ornés seulement de fines côtes radiales, avec un faible crochet et un foramen minuscule. Il est cantonné dans les dépôts bathyaux du géosynclinal proprement dit, et n'atteint la bordure que dans les calcaires bréchoïdes, à Spongiaires, du Portlandien supérieur de Chomérac (Ardèche). *Rh. spoliata* (Suess), du Portlandien supérieur, *Rh. capillata* (Zittel) des marnes valanginiennes, *Rh. decipiens* (Dubois), du Barrémien et de l'Aptien, offrent, dans le groupe, de faibles différences. Avec un point de doute, nous rapprochons des précédentes les petites espèces : *Rh. tatrica* (Zeuschn.), *Rh. pectinistriata* (Jacob *in litt.*) [= *Rh. strioplicata* (Suess) non (Quenst.)], *Rh. Agassizi* (Zeuschn.), du Portlandien supérieur de Chomérac, *Rh. lineolata* (Philipps), du Néocomien de Saint-Pierre de Chérennes (Isère), de Combe-Petite (Basses-Alpes), etc., enfin *Rh. Dollfussi* (Kil.).

II. *Groupe de Rh. lacunosa* (Quenst.). — Par son espèce centrale bien connue et des variétés, ce groupe est surtout très abondamment représenté dans les dépôts spongiaires néojurassiques du Jura français, argovien et souabe. Deux importantes colonies appartiennent, dans le Sud-Est, à sa descendance.

La première trouve son centre dans la brèche portlandienne de Chomérac ([1]), avec *Rh. Malbosi* (Pictet), espèce fertile à la fois en individus et en variétés. L'une de celles-ci, naine, aplatie, voisine d'aspect, mais distincte de *Rh. Hoheneggeri* (Suess),

([1]) La très belle faune de Chomérac montre, pour plusieurs groupes, une dernière récurrence des types accompagnant les Spongiaires dans le Jurassique supérieur.

se poursuit par une mutation ascendante de plus grande taille dans les marno-calcaires berriasiens susjacents, pour aboutir enfin, dans les marnes valanginiennes, à *Rh. contracta* (D'Orb.), curieuse forme, toujours de plus grande taille, dont l'épaisseur est presque nulle.

La seconde colonie correspond en bordure du géosynclinal à une espèce *affolée* de l'Hauterivien glauconieux à Spongiaires, de Saint-Pierre de Chérennes [*Rh. Cherennensis* (Jacob et Pallot, *in litt.*)].

La coquille est de taille moyenne, globuleuse, et peut comporter soit des côtes radiales bien marquées, soit une commissure frontale ondulée, soit encore une commissure frontale brisée à angle aigu. Nous rapprochons de cette nouvelle colonie deux espèces postérieures, géosynclinales, de plus grande taille : *Rh. Moutoniana* (D'Orb.), du Barrémien, forme globuleuse à commissure frontale brisée, et *Rh. Guérini* (D'Orb.), du Barrémien et de l'Aptien, biplissée, aliforme et peu épaisse. Cette dernière serait une nouvelle mutation dans un sens *contracta*.

Antérieurement aux limites des terrains considérés dans cette étude, et peut-être en relation avec *Rh. lacunosa* elle-même, *Rh. fastigata* et *Rh. Montsalyensis* (Gilléron) réalisent dans l'Oxfordien des Préalpes suisses, des adaptations voisines de celles que nous venons de signaler.

III. *Groupe de Rh. corallina* (Leym.). — Les formes, vigoureusement costulées et pourvues d'un fort crochet, qui constituent notre troisième groupe, présentent leur beau développement dans les dépôts coralligènes néojurassiques. Elles se poursuivent jusque dans les récifs portlandiens de l'Échaillon (Isère) et du Gard, où elles son improprement citées sous le nom de *Rh. Astieriana* (D'Orb.) (1). Elles trouvent une nouvelle réalisation dans les calcaires urgoniens, avec *Rh. Renauxiana* (D'Orb.). Mais au même groupe se rattache la nombreuse série des formes naines ou moyennes, qui abondent dans les marnes et les calcaires néocomiens du Jura, ainsi que dans les calcaires urgoniens : *Rh. Valangiensis* (Pictet), *Rh. multiformis* (Römer), *Rh. irregularis* (Pict.), etc., d'une part ; *Rh. Gillieroni* (Pict.), *Rh. lata* (Sow.), etc., d'autre part. Cette série naine, plastique, offre déjà dans la partie marneuse de l'Hauterivien du Jura une curieuse mutation aplatie [improprement appelée *Rh. depressa* (Lmk)], dans le sens « *contracta* ». En outre, autour et au-dessus de la masse urgonienne, les formes, sortant des calcaires zoogènes pour gagner des dépôts marneux, ont un crochet moins accusé, des côtes qui s'atténuent et s'arrondissent, *Rh. Gibbsiana* (Sow.), ou mieux l'espèce citée sous ce nom dans l'Aptien du Jura et du Bassin du Rhône, indique la transformation.

Enfin, la question peut être posée de savoir si *Rh. Bertheloti* (d'Orb.), espèce cuboïde à faible crochet et à côtes arrondies, qui, avec une taille plus petite, réalise déjà dans l'Aptien supérieur du Rimet, près le Villard-

(1) *Rh. Astieriana* (D'Orb.), comme l'a fort bien vu Haas, est une mutation de *Rh. trilobata* (Zieten). A ce titre, elle fait partie d'un petit groupe spécial, qui n'est représenté, pour le Sud-Est, qu'en dessous de notre limite.

de-Lans (Isère) le port de *Rh. polygona* (D'Orb.), de l'Albien, permettrait, avec un contrôle nécessaire, en dehors du Sud-Est, de déterminer l'origine exacte des Rhynchonelles des facies gréseux du Mésocrétacé.

Les considérations phylogéniques et éthologiques exposées, à défaut d'une signification trop absolue, donnent un aperçu exact, dans les grandes lignes, sur la distribution et les caractères des Rhynchonelles du Sud-Est, aperçu qu'une iconographie détaillée précisera.

PALÉONTOLOGIE. — *L'encéphale de l'Homme fossile de La Quina.* Note de M. **R. Anthony**, présentée par M. Edmond Perrier.

L'encéphale de l'Homme fossile de La Quina, dont M. Henri Martin a bien voulu me confier l'étude, se rattache étroitement au type de celui de l'Homme de la Chapelle-aux-Saints, dont j'ai publié, l'an dernier, une description, en collaboration avec M. M. Boule (*Comptes rendus*, 30 mai 1910, et *L'Anthropologie*, mars-avril 1911), et, autant qu'on peut en juger, également à celui des encéphales de Néanderthal et de Gibraltar. Les différences, susceptibles d'être relevées entre les moulages endocrâniens de ces néanderthaloïdes, paraissent être ou purement individuelles ou en rapport avec la différence de sexe. Alors, en effet, que M. M. Boule considère le squelette de la Chapelle comme étant de sexe masculin, M. Henri Martin attribue, non sans beaucoup de vraisemblance, celui de La Quina à une femme.

Au point de vue du système nerveux central comme à celui du squelette (voir les publications de M. Boule sur l'Homme de la Chapelle) le groupe des Néanderthaloïdes paraît donc être des plus homogènes.

Mon étude a été faite d'après un moulage endocrânien habilement exécuté par M. Lasnon, sous la direction de M. Henri Martin lui-même.

Dans toutes ces dimensions, l'encéphale de l'Homme de La Quina est sensiblement plus réduit que celui de l'Homme de la Chapelle.

Il se caractérise comme lui par sa grande longueur et son surbaissement, sans présenter toutefois le même élargissement transversal. Il possède de ce fait un indice cérébral (correspondant à l'indice céphalique) moins élevé, qui traduit une dolichocéphalie plus accentuée. De même, il est légèrement moins surbaissé (platyencéphalie) par rapport à sa longueur et à sa largeur.

La réduction cérébrale antérieure dans le sens transversal, déjà signalée chez l'Homme de la Chapelle, est ici plus accentuée encore.

On observe le même surplombement de la région cérébrale postérieure au-dessus du cervelet et le même écartement des lobes cérébelleux latéraux. Ces deux dispositions, étant donné surtout qu'elles sont si fortement accusées, paraissent pouvoir être considérées, au même titre que la platyencéphalie, comme caractéristiques de l'encéphale des néanderthaloïdes. On les constate également sur le moulage endocrânien de Gibraltar.

A l'aide du procédé que nous avons employé l'an dernier M. M. Boule et moi à propos de l'Homme de la Chapelle, j'ai voulu essayer d'apprécier le développement relatif des lobes cérébraux. Il est remarquable que les chiffres obtenus sont pratiquement identiques dans les deux cas. Au point de vue du développement relatif du lobe frontal, l'Homme de la Quina est comme celui de la Chapelle nettement intermédiaire aux Hommes actuels et aux Anthropoïdes.

	I. Frontal.	I. Occipital.	I. Pariétal.	I. Temporal.
La Quina	35,70	13,10	27,05	24,16
La Chapelle	35,75	12,05	27,15	25,05
Moyenne de 4 hommes actuels (2 Européens + 2 Australiens).	43,30	9	25,40	22,30
I. Frontal maximum	45,40 (Allemand du Sud)			
I. Frontal minimum	41,10 (Australiens)			
Moyenne de 8 anthropoïdes (2 gibbons + 3 gorilles + 2 chimpanzés + 1 orang)	32,20	10,40	31,80	25,50
I. Frontal maximum	33,90 (Chimpanzé)			
I. Frontal minimum	30,50 (Chimpanzé)			

(Les chiffres de comparaison sont extraits du Mémoire précité de l'*Anthropologie*, mars-avril 1911).

La topographie néopalléale est également très semblable à celle de l'Homme de la Chapelle. En raison du moindre élargissement transversal, les circonvolutions, plus resserrées, paraissent toutefois moins larges et moins grossières. Un opercule frontal ou cap de Broca, dont la présence caractérise l'Homme parmi les Primates, se montre nettement sur ce moulage comme sur celui de l'Homme de la Chapelle, et présente les mêmes caractères primitifs.

La disposition constatée à cet égard sur ces deux encéphales de néanderthaloïdes établit très nettement le passage entre la disposition qu'on observe chez les Hommes actuels les plus inférieurs et celle que M. A. S. de Santa Maria et moi avons constatée sur quelques anthropoïdes parti-

culièrement évolués (un chimpanzé notamment), où se montre un début d'opercule frontal recouvrant partiellement l'insula antérieure de Marchand.

Il existe aussi une trace très nette d'un *sulcus lunatus* (Affenspalte) très développé. G. Elliot Smith a montré, on le sait, que la présence de ce sillon développé au maximum chez les singes doit être considéré chez l'Homme comme un caractère particulièrement primitif.

En résumé, l'encéphale de l'Homme de la Quina, comme celui de l'Homme de la Chapelle, se rapproche davantage de l'encéphale des Anthropoïdes qu'aucun autre cerveau humain actuel.

M. L.-G. Droit adresse une Note intitulée : *Sur l'opacité aux rayons X de tissus convenablement chargés par une teinture aux sels de plomb.*

(Renvoi à l'examen de M. P. Villard.)

A 4 heures et demie l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

Rapport *de la Commission chargée de proposer pour l'année* 1912 *la répartition du* Fonds Bonaparte (1).

Cette Commission, qui comprend le Prince Roland Bonaparte comme membre de droit, se compose, cette année, de MM. Lippmann, président de l'Académie; Émile Picard, Grandidier, Ph. van Tieghem, Perrier, Guignard, Alfred Picard; Violle, rapporteur.

Notre premier et très agréable devoir est d'adresser nos remercîments confraternels au Prince qui a généreusement élevé à 50 000fr chacune des nouvelles annuités accordées par lui au *Fonds Bonaparte*.

Attirés par cette largesse, les candidats ont afflué cette année, où ils ont atteint le nombre de 87.

---

(1) Lu dans le Comité secret du 17 juin dernier.

La Commission, à son très grand regret, n'en a pu retenir que 16, auxquels elle a attribué une somme totale de 41000fr, laissant en réserve 9000fr destinés à augmenter la somme disponible en 1913.

Elle vous propose d'accorder:

1°, 2°, 3° et 4°, en 4 parts égales, 12000fr aux Membres de la **Mission scientifique du Maroc.**

La Société de Géographie envoie au Maroc une mission scientifique chargée spécialement de recherches géologiques, zoologiques, botaniques et agronomiques, à l'effet d'établir l'inventaire raisonné des richesses naturelles du pays.

M. **Louis Gentil**, maître de conférences à la Sorbonne, président de la Société géologique de France, était tout désigné par ses travaux et ses explorations antérieures pour diriger les recherches géologiques et minéralogiques.

M. **Pallary**, instituteur à Oran, qui étudie depuis quinze ans la faune du Maroc, s'occupera de la Zoologie et de la préhistoire.

Pour la Botanique, la Société de Géographie s'est adressée à M. **J. Pitard**, professeur à l'École de Médecine et de Pharmacie de Tours, qui s'est voué depuis longtemps à l'étude de la flore et de l'agriculture dans l'Afrique du Nord.

D'autre part, M. le Gouverneur général de l'Algérie a bien voulu déléguer à la Mission, M. **Bauguil**, chef du service vétérinaire et du service pastoral de l'Algérie.

Avec de telles compétences, avec l'appui du Ministère de la Guerre, du Ministère des Affaires étrangères et du Ministère de l'Instruction publique, avec le concours de divers groupements et de généreux donateurs, le succès de la Mission est certain. Mais, si l'on veut que les résultats répondent à l'effort accompli, il importe de l'aider pécuniairement. Nous sommes assurés de répondre ainsi à la pensée du Prince Roland Bonaparte, en contribuant à l'œuvre de civilisation que s'est imposée la France et que préparent si glorieusement ses soldats.

5° 3000fr à M. le professeur **de Martonne**, chargé d'un cours de Géographie à la Sorbonne, et à ses collaborateurs, MM. Jean Brunhes, professeur à l'Université de Fribourg, et Émile Chaix, professeur à l'Université de

Genève, pour leur permettre de poursuivre l'établissement et la publication d'une collection de documents morphologiques, intitulée *Atlas photographique des formes du relief terrestre*. Cette publication a été entreprise, conformément à un vœu du IXe Congrès international de Géographie, dans l'intention d'établir, suivant un plan rigoureusement tracé, un ensemble de vues typiques de toutes les formes actuellement connues du relief terrestre. La géographie physique y trouvera, méthodiquement classés, des documents certains, tels que les réclame toute science naturelle descriptive. La subvention accordée allègera les charges financières des auteurs, en même temps qu'elle constituera pour leur œuvre un encouragement précieux.

6° 3000fr à M. **Louis Dunoyer.**

M. Dunoyer a déjà publié des travaux très remarqués, dans lesquels s'affirment de rares qualités d'esprit. Ses dernières recherches sur la fluorescence de la vapeur de sodium *pur*, ont particulièrement frappé les physiciens par la simplicité et la portée des résultats obtenus. La subvention actuelle serait employée à la construction d'appareils destinés à l'exploration complète des spectres de fluorescence et d'absorption fournis par les métaux alcalins. Ces appareils serviraient aussi à l'étude des dépôts métalliques que M. Dunoyer a très habilement réussi à obtenir par projection rectiligne matérielle, d'origine purement cinétique. Ils l'aideront à éclaircir quelque arcane du monde des atomes.

7° 3000fr à M. **Hamet.**

M. Hamet a entrepris, en 1905, dans le laboratoire de notre confrère M. van Tieghem, l'étude des Crassulacées. Il a acquis sur ce sujet une compétence telle que, de tous les points du globe, lui sont arrivés des échantillons vivants et des herbiers qui constituent actuellement un ensemble exceptionnel de matériaux. M. Hamet a déjà tiré de ces matériaux une œuvre considérable. Mais des circonstances cruelles l'obligent à demander une subvention, sans laquelle il ne pourrait pas achever son travail auquel s'intéressent les botanistes du monde entier et que M. le professeur Engler doit insérer, aussitôt fini, dans sa grande encyclopédie botanique *Das Pflanzenreich*.

8° 2500fr à M. **Bosler**, aide astronome à l'Observatoire de Meudon.

M. Bosler est un physicien astronome, ayant fait ses preuves. Instruit à

la spectroscopie par notre confrère, M. Deslandres, avec lequel il a visité, lors du Congrès de l'Union solaire, en 1910, les principaux observatoires des États-Unis, il veut, profitant de l'expérience acquise, étudier les spectres des planètes en vue de déterminer la rotation de ces corps et la nature de leur atmosphère. Un prisme à grande dispersion lui est nécessaire et, par conséquent, le moyen de l'acquérir.

9° 2500fr à M. **Baldit**.

Après avoir été quelques années officier de marine, M. Baldit s'est consacré à l'étude des sciences et spécialement de la météorologie électrique, qu'il étudia au Puy de Dôme avec le regretté Bernard Brunhes. Depuis deux ans, il effectue ponctuellement la mesure des charges électriques de toutes les pluies tombant sur son domaine du Puy-en-Velay, et il est arrivé à des résultats fort intéressants, communiqués à l'Académie. Amené naturellement à élargir son programme et à y comprendre tous les phénomènes d'électricité atmosphérique qui accompagnent les pluies, spécialement les pluies d'orage, il a besoin d'instruments enregistreurs, à côté de ses électromètres à mesure directe. La subvention proposée servira à l'achat de ces instruments.

10° 2500fr à M. **Paul Pascal**, maître de conférences à l'Université de Lille.

Particulièrement attiré par l'étude physico-chimique des corps complexes minéraux et organiques, M. Pascal a déjà fourni une somme considérable d'excellent travail. Les produits qu'il a obtenus, les déterminations qu'il a faites de leurs propriétés magnétiques, ont été largement utilisés par MM. Weiss et Cotton dans leurs recherches sur le *magnéton* et sur la biréfringence magnétique. Aujourd'hui, M. Pascal se propose d'étudier l'absorption exercée dans l'ultraviolet par les corps dont il a déterminé les propriétés magnétiques. Il demande une subvention pour acheter les appareils indispensables, dont il tirera certainement bon parti.

11° 2500fr à M. **Schlegel**.

M. Schlegel a entrepris dans les laboratoires de notre confrère M. Delage, à la Sorbonne et à Roscoff, sur le développement des crustacés Brachyoures, des recherches qu'il importe de lui voir poursuivre. Si la partie anatomique et les déterminations spécifiques peuvent et doivent être faites à Paris, les

recherches et les collections de larves pélagiques, et surtout les travaux d'élevage, imposent des séjours assez prolongés, pendant l'été, dans les laboratoires maritimes, qui seuls offrent les conditions requises. La subvention présente couvrira une partie des frais de séjour et de recherches.

12° 2000fr à M. **Sauvageau**, professeur à l'Université de Bordeaux.

La récolte méthodique de nombreux exemplaires des espèces d'un même genre semble éminemment propre à fournir des résultats intéressants sur leurs relations. La distribution géographique convient particulièrement à fixer la filiation des espèces, si l'on sait rétablir le parcours qu'elles ont suivi. C'est à ce point de vue que M. Sauvageau s'est appliqué à observer la répartition des *Cystoseira*, plantes marines de grande taille, dans l'Océan et la Méditerranée. Il se propose de suivre cette répartition dans la Méditerranée orientale, le peuplement s'étant sans doute fait de l'Ouest à l'Est.

13° 2000fr à M. **Welsch**, professeur à l'Université de Poitiers, qui scrute depuis plusieurs années les formations quaternaires et récentes de l'ouest de la France, ainsi que les dépôts de tourbe littorale : phénomènes complexes, car ils touchent aux bossellements de l'écorce terrestre, aux changements de niveau de nos côtes, à la configuration ancienne de la France. La comparaison avec les phénomènes analogues, très étudiés dans le nord-ouest de l'Europe, s'impose. L'auteur l'a entreprise et demande les moyens de la continuer.

14° 2000fr à M. **Bierry**, maître de conférences à l'École des Hautes-Études, pour la continuation des recherches entreprises par lui depuis dix ans au Laboratoire de notre confrère, M. Dastre, et qui ont porté spécialement sur les hydrates de carbone. M. Bierry a étudié d'abord les diastases qui concourent à la digestion des hydrates de carbone, puis l'action des rayons ultraviolets sur les sucres complexes. Actuellement, il s'occupe de l'assimilation du galactose chez le chien normal ou chez le chien dont le foie a subi des lésions. Il se propose, en outre, de suivre le métabolisme des différents sucres chez le chien dépancréaté ou chez l'homme diabétique, en notant parallèlement la marche de l'acidose : questions d'un intérêt théorique certain et pouvant présenter un intérêt pratique très grand pour le diabétique.

15° 2000fr à M. le Dr **Mawas**, attaché au Laboratoire d'Embryogénie

comparée du Collège de France, pour lui permettre de continuer ses expériences sur le mécanisme de l'accommodation de l'œil, particulièrement chez le chien. Il se propose de les diriger de façon à déterminer la forme du cristallin pendant l'accommodation, à savoir si, alors, le cristallin bascule ou tourne sur lui-même, et à reconnaître l'action de certains nerfs, notamment du grand sympathique cervical, sur l'accommodation.

16° 2000fr à M. **Gruvel**, maître de conférences à l'Université de Bordeaux, chargé de mission en Afrique occidentale, pour l'aider dans l'exploration de la baie du Lévrier (Mauritanie) aux points de vue zoologique, océanographique et géographique.

En résumé, votre Commission vous propose les attributions suivantes :

		fr
Mission scientifique du Maroc.	1. M. Gentil	3000
	2. M. Pallary	3000
	3. M. Pitard	3000
	4. M. Bauguil	3000
	5. M. de Martonne	3000
	6. M. Dunoyer	3000
	7. M. Hamet	3000
	8. M. Bosler	2500
	9. M. Baldit	2500
	10. M. Pascal	2500
	11. M. Schlegel	2500
	12. M. Sauvageau	2000
	13. M. Welsch	2000
	14. M. Bierry	2000
	15. M. Mawas	2000
	16. M. Gruvel	2000
	Total	41000
	Lesquels, joints à la réserve	9000
	forment le Total général	50000

montant de l'annuité libéralement mise à la disposition de l'Académie pour 1912.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

La séance est levée à 5 heures.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 1er JUILLET 1912.

Étude dynamique des voitures automobiles, par ALBERT PETOT; Tome II : *Le moteur à explosions.* Lille, imprimerie autographique G. Schaller et Cie, 1912; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Darboux.)

Le calcul des probabilités et ses applications, par E. CARVALLO. Paris, Gauthier-Villars, 1912; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Maurice Hamy.)

La Psychologie inconnue, à l'Académie des Sciences, par ÉMILE BOIRAC, Correspondant de l'Institut. (Extr. de la Préface de la seconde édition de *La Psychologie inconnue*, Ouvrage récompensé par l'Académie des Sciences, fondation « Fanny Emden ».) Paris, Félix Alcan, 1912; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Darboux. Offert par Mlle Juliette de Reinach; 50 exemplaires.)

Les télescopes en général et un télescope Cassegrain de 1m de diamètre, par ÉMILE SCHÆR, avec 7 planches. *Note complémentaire*, par RAOUL GAUTIER, Genève, Pélisserie, 1912; 1 fasc. in-8°.

Rapport sur le concours de réglage de chronomètres de l'année 1911, par M. RAOUL GAUTIER. Directeur de l'Observatoire de Genève. S. l. n. d.; 1 fasc. in-8°.

Results of meteorological observations made at the Radcliffe Observatory, Oxford, in the five years 1906-1910, under the direction of ARTHUR-A. RAMBAUT; t. I. Oxford, 1912; 1 vol. in-8°.

Koninklijk magnetisch en meteorologisch Observatorium te Batavia. Verhandelingen : N° 1. — *Die Wind-verhältnisse in den oberen Luftschichten nach Ballonvisierungen in Batavia*, von W. VAN BEMMELEN. N° 2. — I. *Drachen- und Fesselballonbeobachtungen.* — II. *Wissenschaftliche Ergebnisse der Aufstiege mit dem Freiballone* Batavia, von C. BRAAK. Batavia, 1912; 2 fasc. in-4°.

Elenco delle pubblicazioni del R. Ufficio centrale di Meteorologia e di Geodinamica, dal 1860 *al* 1910. Rome, G. Bertero, 1911; 1 fasc. in-8°.

R. Osservatorio di Catania. Eruzione Etnea del 23 *marzo* 1910 : *Osservazioni, visite e notizie;* Relazione di A. RICCO. Catane, 1911; 1 fasc. in-4°.

Observatorio de Tacubaya. Carta fotografica del Cielo. 50 feuilles héliogravées, nouvellement publiées, offertes par M. VALENTIN GAMA, Directeur de l'Observatoire.

Abhandlungen der königl. Preuss. Akademie der Wissenschaften, 1911 : *Phys.-math. Classe; Phil.-hist. Classe*, Berlin, 1911; 2 vol. in-4°.

Memoirs and Proceedings of the Manchester literary and philosophical Society, 1911-1912; t. LVI, Part 1. Manchester, 1911; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 24 juin 1912.)

Note de MM. *Armand Gautier* et *Paul Clausmann*, Contrôle de la nouvelle méthode de dosage du fluor :

Page 1754, ligne 2, *au lieu de* ajoutant à l'eau, *lire* ajoutant à l'une.

Note de MM. *Albert Berthelot* et *D.-M. Bertrand*, Sur quelques propriétés biochimiques du *Bacillus aminophilus intestinalis* :

Page 1826, lignes 8, 10, 11 et 12, *au lieu de* il réduit..., il n'est pas..., mais il est..., il ne donne..., il s'en distingue..., *lire* elle réduit..., elle n'est pas..., mais elle est..., elle ne donne..., elle s'en distingue....

Page 1827, ligne 6, *au lieu de* glyciltyrosine, *lire* glycyltyrosine.

N° 1.

TABLE DES ARTICLES (Séance du 1er Juillet 1912).

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ÉLECTIONS.

CORRESPONDANCE.

N° 1.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

COMITÉ SECRET.

50192 PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : Gauthier-Villars.

1912

DEUXIÈME SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME 155.

N° 2 (8 Juillet 1912).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1912

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Toute Note manuscrite d'un Membre de l'Académie ou d'une personne étrangère ne pourra paraître dans le *Compte rendu* de la semaine que si elle a été remise le jour même de la séance.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Les *Comptes rendus* ne reproduisent pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* ne contiennent ni planches, ni figures.

Dans le cas exceptionnel où des figures seraient autorisées, l'espace occupé par ces figures comptera pour l'étendue réglementaire.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 8 JUILLET 1912.

PRÉSIDENCE DE M. LIPPMANN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie que, en raison du caractère férié du lundi 15 juillet, la prochaine séance aura lieu le mardi 16.

M. le **Président** s'exprime en ces termes :

Vous savez quelle perte l'Académie vient de faire en la personne de M. *Joannes Chatin*, Membre de la Section d'Anatomie et Zoologie. Les obsèques ont eu lieu ce matin; M. Perrier, au nom de la Section, et moi-même, au nom de l'Académie, avons adressé à notre regretté Confrère les derniers adieux.

PHILOSOPHIE DES SCIENCES. — *Des erreurs, parfois importantes au point de vue théorique, qu'entraînent les notions particulières d'expérience, simplificatrices, adjointes aux lois générales de la Mécanique pour pouvoir arriver à des résultats saisissables.* Note de M. **J. Boussinesq**.

I. En raison de la prodigieuse complication des systèmes matériels, où le nombre, la variété et l'agitation des éléments composants dépassent tout ce que peut se représenter notre imagination, les principes généraux de la Mécanique ne conduiraient, malgré leur simplicité extrême, qu'à des résultats inextricables, si nous ne pouvions pas joindre à ces principes, dans les grandes catégories de phénomènes qui nous sont accessibles, des principes spéciaux ou accessoires non plus rigoureux, mais seulement très approchés,

traduisant des faits simples que l'observation révèle comme propres à ces catégories de phénomènes.

La conservation presque exacte du volume des particules, malgré leurs déformations notables, est, par exemple, l'un de ces principes approchés, tout à fait usuel, pour de nombreux phénomènes d'écoulement et d'ondes concernant les liquides, souvent même les gaz ou d'autres corps. Le fait de l'établissement rapide, presque instantané, d'états intermoléculaires stables des particules en train de se déformer, ou d'un véritable *régime* interne, entraînant alors la réalisation très approchée de ce qu'on appelle l'*état élastique* et, par suite, l'application des formules de cet état à l'équilibre et au mouvement des solides ou des fluides, est un autre de ces principes qui, bien que dit *accessoire*, domine toute la Mécanique terrestre (¹). Et il s'y adjoint, quand les mouvements de déformation sont rapides, la considération des écarts existant, à chaque instant, entre la configuration interne stable des particules, ou *configuration élastique idéale*, et la configuration effective ou *réelle*; ce qui introduit les pressions correctives dites de *frottement intérieur* ou de *viscosité*, fonctions approchées des vitesses apparentes ou générales de déformation (²).

II. Outre les faits propres qui constituent la *définition* de chaque sorte de phénomènes, il y a plusieurs autres de ces principes accessoires, devenus tellement familiers aux géomètres, qu'on ne les remarque même pas.

Telle est, notamment, dans l'étude de la matière *ordinaire*, solide, liquide, ou même gazeuse, le fait du nombre prodigieux des molécules existant dans les plus petits espaces sensibles, conjointement avec celui de l'inimaginable petitesse du rayon d'activité des actions moléculaires. Il en résulte la possibilité de remplacer les actions individuelles, exercées entre molécules des couches superficielles de deux particules contiguës, par des forces totalisantes, par des *pressions*, fonctions de variables qui expriment des *états moyens* concernant des myriades de molécules et, dès lors, fonctions à variation graduelle des coordonnées x, y, z du centre de chaque petite région où s'observent ces états moyens.

C'est de la sorte, grâce à de telles fonctions *continues* de x, y, z, que les

(¹) Voir, à ce sujet, les nos 5 et 6 de mon étude *Sur les principes de la Mécanique et sur leur applicabilité à des phénomènes qui semblent mettre en défaut certains d'entre eux*, insérée en novembre 1910 aux *Annales scientifiques de l'École Normale supérieure*.

(²) N° 7 du même Mémoire.

véritables équations *différentielles* de la Mécanique, où le temps t serait la seule variable indépendante, mais où le nombre des fonctions inconnues se trouverait comme infini ou en rapport avec celui des points matériels du système, peuvent être remplacées par les équations *aux dérivées partielles* de la Physique mathématique, à quatre variables indépendantes x, y, z, t, mais où les fonctions inconnues ne sont plus qu'en nombre restreint. Il y a là une prodigieuse simplification, mais incompatible, comme on voit, avec une rigueur absolue, et n'impliquant même une approximation suffisante qu'en raison des deux extrêmes petitesses effectives du rayon d'activité et des distances intermoléculaires dans les corps terrestres.

III. La tendance assez générale des géomètres même mécaniciens et physiciens, plus portés par leur esprit ordinaire de déduction à voir rapidement les conséquences qu'à peser les principes, est, peut-être, de trop oublier que l'emploi de tant d'hypothèses seulement approchées les expose à obtenir des résultats légèrement inexacts, surtout quand il s'agit non pas du gros des phénomènes, ou de ce qui se passe vers le centre de leurs sièges principaux, mais de détails accessoires, de très petites quantités physiquement imperceptibles ou sensibles à peine, égarées, en quelque sorte, loin de ces sièges.

De telles quantités, correspondant à des circonstances exceptionnelles, peuvent bien se trouver altérées dans des rapports ou notables, ou parfois même infinis (de manière à ne plus garder alors leur ordre de petitesse), par ce qu'auront d'imparfait les hypothèses introduites.

Si, par exemple, celles-ci nous font substituer, comme il arrive pour les *pressions*, la *densité*, la *température*, etc., des moyennes de nombres à ces nombres mêmes, des courbes régulières, intercalées, à des lignes sinueuses affectées de brèves ondulations accentuées fortement, ces hypothèses effaceront ou atténueront les singularités, les angles, les irrégularités locales, et pourront même déplacer légèrement les limites des corps, en uniformisant la répartition de leur matière, etc.

Plus la Physique se développe, et plus s'y multiplient les lois, dites *statistiques*, qui ne se vérifient, et qu'on ne regarde ainsi comme vraies, qu'à la faveur des très grands nombres d'éléments y intervenant, éléments peu ou point perceptibles individuellement et entre lesquels les écarts se neutralisent, de manière à ne laisser se dégager que des moyennes, exprimées justement par les lois en question. Il n'y a même guère, à part les principes généraux de la Dynamique (qui comprennent celui de conservation de la

masse ou de la matière), que de telles lois, comportant dans les détails des phénomènes d'innombrables écarts locaux, d'ailleurs soustraits à l'observation par la multitude des autres éléments incomparablement plus nombreux encore, au milieu desquels ils sont comme noyés.

Sous ce rapport, la mentalité des hommes de science semble, depuis déjà un certain nombre d'années, se modifier peu à peu, dans le sens d'une application moins étroite et moins complète de la loi d'enchaînement des phénomènes, ou d'une sorte d'atténuation du déterminisme mécanique, par quelque chose comme la *déclinaison* (le *clinamen*) d'Épicure, tendance qu'auraient les atomes, selon ce philosophe, à varier leurs trajectoires d'une manière imprévisible (¹).

IV. Dans d'autres cas, les altérations n'auront pas pour but d'uniformiser l'expression des phénomènes et pourront être moins bien compensées. Ainsi, l'hypothèse de la conservation du volume des particules revient à supposer nulle leur compressibilité, ou infinie la vitesse de propagation des ébranlements intérieurs qu'y accompagnent des changements de densité. D'où il résulte que, dans les ondes liquides ordinaires, ou de *pesanteur*, dont l'étude n'est abordable que grâce à cette hypothèse, un ébranlement initial d'une petite partie de la surface libre du liquide semble transmettre instantanément à toute la masse fluide, jusqu'aux distances infinies, des

---

(¹) Ceci n'est peut-être pas sans quelques rapports *lointains*, avec la manière, cependant bien autre au fond, dont j'ai expliqué, il y a déjà plus de 35 ans, la vie et la volonté comme pouvoirs directeurs *distincts*, dans les systèmes vraiment singuliers que sont les organismes. Ceux-ci seraient constitués de la manière toute spéciale qu'il faut, pour maintenir sans cesse, à leur intérieur, une instabilité physico-chimique rendant les forces ordinaires insuffisantes pour y déterminer complètement la suite des phénomènes, et provoquant ou suscitant ainsi l'action de ces *principes* ou *pouvoirs* directeurs, qui orienteraient, *aiguilleraient* les systèmes organisés, dans leurs voies effectives, *sans produire aucune accélération ou figurer dans les équations du mouvement*. On peut voir, à ce sujet, dans la grande Note finale « *Sur les lois d'économie et de simplicité*, etc. », de mon étude d'Hydraulique de 1907, intitulée : « *Théorie approchée de l'écoulement de l'eau sur les déversoirs en mince paroi et sans contraction latérale* (*Mémoires de l'Académie des Sciences*, t. L), les nᵒˢ X (p. 111 à 114), XV (p. 117), avec leur complément (p. 121 et 122).

Quant au mode d'action des pouvoirs directeurs, pas n'est besoin de dire qu'il nous reste aussi inconnu que celui des forces physico-chimiques elles-mêmes, productrices d'accélérations. Car l'élément géométrique des phénomènes y est, comme presque partout, le seul vraiment clair, pour nos intelligences essentiellement localisantes et figuratrices.

fractions presque infinitésimales du mouvement. Mais on voit que cette transmission théorique instantanée constitue un simple jeu de formules, dû à l'implicite supposition d'une incompressibilité totale.

Elle n'amène d'ailleurs que des erreurs absolues très faibles. Car les déplacements théoriques de fluide, censés ainsi produits plus loin que les distances où la propagation des ébranlements peut réellement se faire d'après l'élasticité effective du liquide, sont extrêmement petits et doivent rester à peu près toujours inappréciables à l'observation.

Mais, au point de vue théorique, le côté paradoxal d'une telle erreur lui donne une réelle importance et oblige à la signaler.

Dans l'intéressante question de la résistance des liquides ou *parfaits*, ou *visqueux*, à la translation des solides qui s'y trouvent immergés, la même hypothèse de conservation des volumes matériels, à laquelle s'adjoint celle, très approchée aussi, de frottements intérieurs ou de viscosité dépendant uniquement des vitesses apparentes de déformation, donne également lieu à des conséquences paradoxales, encore en exagérant la solidarité des diverses parties de la masse fluide et la transmission au loin des perturbations qui y surviennent quelque part [1].

V. J'ai implicitement compris ci-dessus (nº II), parmi les faits d'expérience qui définissent, en quelque sorte, les phénomènes à étudier et qu'on adjoint aux principes de la Mécanique pour arriver à des résultats saisissables, les diverses *liaisons* caractéristiques de nos *machines* et qu'expriment le plus souvent des équations finies entre les coordonnées des points de ces systèmes matériels. Elles résultent des relations de contiguïté qu'offrent, entre eux, les divers organes solides, tant fixes que mobiles, d'un mécanisme et, entre elles, les diverses parties de chaque organe, relations dont les effets sur le mouvement paraissent avoir été, jusqu'ici, le principal objet de la Mécanique rationnelle.

Il convient de s'y défier de l'hypothèse, peu ou point approchée bien souvent, de l'absence *des frottements*, ou de *forces de liaison à travail total*

[1] On trouvera exposés ces curieux paradoxes dans une étude qui doit paraître, vers novembre 1912, dans les *Annales scientifiques de l'École Normale supérieure* et qui est un *Complément à un récent Mémoire intitulé : « Sur les principes de la Mécanique et sur leur applicabilité à des phénomènes qui semblent mettre en défaut certains d'entre eux »*.

constamment nul [1], hypothèse que sa simplicité et l'élégance des procédés généraux de calcul qu'elle rend possibles dans la résolution des problèmes

---

[1] Quand les liaisons sont exprimées par des équations finies, comme $f(x, y, z, \ldots, t) = 0$, où entre explicitement le temps t en outre des coordonnées $(x, y, z), \ldots$ des *points principaux* (à masse sensible) que l'on a spécialement en vue, rien n'empêche de considérer des déplacements $\delta x, \delta y, \delta z, \ldots$ *virtuels* sans doute, mais *réalisables* ou corrélatifs à une variation effective δt du temps, pourvu que l'on comprenne dans le système, comme il est naturel de le faire, sinon les points de la *matière guidante* (à mouvements censés connus), qui constitue les liaisons, *actuellement coïncidants* avec ceux, $(x, y, z), \ldots$, du système proprement dit, du moins *le travail des réactions* exercées sur ces *points guidants* par les points $(x, y, z), \ldots$ *guidés*, égales et contraires aux *forces de liaison* $(F_x, F_y, F_z), \ldots$ qui agissent sur ceux-ci par le fait de la liaison même $f = 0$.

Si nous appelons $\delta' x, \delta' y, \delta' z, \ldots$ les déplacements virtuels de ces points guidants, le travail virtuel des réactions sera $-F_x \delta' x$, $-F_y \delta' y, \ldots$; et l'on aura *pour la somme totale, nulle par hypothèse, des travaux virtuels de toutes les forces produites par les liaisons*,

$$(a) \qquad F_x(\delta x - \delta' x) + F_y(\delta y - \delta' y) + F_z(\delta z - \delta' z) + \ldots = 0.$$

Or les *points guidants* actuels sont autant astreints que les points guidés à vérifier, durant l'élément virtuel δt du temps, l'équation de liaison $f = 0$, *tout en étant censés, ici, essentiellement distincts et séparables des points guidés;* de sorte que l'on a, tout à la fois,

$$\frac{df}{dx}\delta x + \frac{df}{dy}\delta y + \ldots + \frac{df}{dt}\delta t = 0, \qquad \frac{df}{dx}\delta' x + \frac{df}{dy}\delta' y + \ldots + \frac{df}{dt}\delta t = 0,$$

ou bien, par soustraction, avec *élimination du terme commun en* δt,

$$(b) \qquad \frac{df}{dx}(\delta x - \delta' x) + \frac{df}{dy}(\delta y - \delta' y) + \frac{df}{dz}(\delta z - \delta' z) + \ldots = 0.$$

Les seuls déplacements virtuels à introduire dans les équations (a) et (b) sont donc les déplacements *relatifs* $\delta x - \delta' x, \ldots$ des points principaux $(x, y, z), \ldots$, par rapport aux points des liaisons coïncidant actuellement avec eux, *déplacements relatifs dont les rapports mutuels sont les mêmes que si le temps t n'avait pas varié.* Telle est, ce me semble, *la vraie raison de la règle classique, qui est de ne pas attribuer de variation virtuelle δt au temps.*

Ajoutons à (a) les équations comme (b), multipliées préalablement par tout autant de coefficients indéterminés $-\lambda, -\mu, \ldots$. Comme l'équation (a) contient, pour chaque point $(x, y, z), \ldots$, autant de termes triples qu'il y a de liaisons distinctes, il ne s'adjoindra aux trois termes de (a) relatifs, par exemple à (x, y, z) et à la liaison $f = 0$, que les termes analogues de la relation (b) *seule.* L'équation obtenue aura donc la

font trop aisément accepter. Car elle s'offre d'elle-même pour faire, par exemple, connaître des particularités importantes de la solution, dans les cas, actuellement fréquents en Physique moléculaire et en Chimie atomique, où l'on a seulement quelques données sur la nature et le nombre de liaisons internes cachées, dont certaines analogies portent à admettre l'existence, quoiqu'on ne se représente pas la matière les exerçant ou en assurant la réalisation. Cela permet d'aborder, un peu à l'aventure (pour ainsi dire), des questions non débrouillées encore, où nous échappe totalement, ou presque totalement, le mécanisme des phénomènes : précieux avantage sans doute, mais compensé par des chances d'erreur qu'on risque fort de ne pas évaluer assez haut.

CHRONOMÉTRIE. — *Sur l'envoi de l'heure par signaux électriques, et sur un moyen de faire donner ces signaux par une horloge.* Note de M. G. **Bigourdan.**

L'emploi de la télégraphie sans fil a donné récemment une extension inattendue à la distribution des signaux horaires à grande distance. En

---

forme simple

$$(c)\quad \left(F_x-\lambda\frac{df}{dx}\right)(\delta x-\delta' x)+\left(F_y-\lambda\frac{df}{dy}\right)(\delta y-\delta' y)+\left(F_z-\lambda\frac{df}{dz}\right)(\delta z-\delta' z)+\ldots=0.$$

Or les déplacements relatifs $\delta x - \delta' x$, $\delta y - \delta' y$, ... ne sont astreints qu'à vérifier les équations comme (b), en même nombre que les indéterminées λ, μ, ...; et il ne subsistera, dans (c), que des déplacements virtuels *arbitraires*, après qu'on aura déterminé λ, μ, ... de manière à annuler dans cette équation (c) les coefficients des déplacements que les équations comme (b) empêcheront de l'être. Alors la vérification de (c), dans sa partie encore subsistante, sera tenue de se faire identiquement; et l'on aura, en définitive,

$$(d)\qquad F_x=\lambda\frac{df}{dx},\qquad F_y=\lambda\frac{df}{dy},\qquad F_z=\lambda\frac{df}{dz},\qquad \ldots,$$

formules donnant l'expression analytique, bien connue, des forces de liaison, et permettant, par suite, de former les équations du mouvement des points (x, y, z), ..., que l'on a en vue.

Il est à peine utile d'ajouter que, si l'équation $f=0$ ne contient pas explicitement le temps t, la matière produisant la liaison pourra être censée fixe; ce qui permettra d'annuler les déplacements virtuels δ'_x, δ'_y, ..., ou les travaux des réactions $-F_x$, $-F_y$, ... et dispensera les points *guidants* de figurer dans les formules.

Europe on connaît principalement la distribution qui en est faite par les postes radiotélégraphiques de Paris (Tour Eiffel) et de Nordeich (Allemagne).

A l'origine ([1]), la précision que l'on se proposait d'atteindre ne dépassait guère une demi-seconde, mais aujourd'hui on demande à l'heure reçue toute la précision que comporte la détermination même de l'heure dans les observatoires les mieux outillés.

A Paris, les signaux dits d'avertissement ([2]) sont actuellement donnés à la main; et les signaux horaires proprement dits, au nombre de trois seulement, sont produits automatiquement par une horloge auxiliaire, de 2 minutes en 2 minutes.

Ces trois signaux sont évidemment insuffisants pour que l'heure reçue ait la précision demandée. On doit donc prévoir le moment où le nombre des signaux horaires sera augmenté, et où, par exemple, les signaux d'avertissement seront, en totalité ou en partie, transformés en signaux horaires, c'est-à-dire donnés par l'horloge même, d'une manière automatique et régulière; car l'emploi de signaux rythmés augmenterait beaucoup la précision de la réception.

On peut concevoir des rouages qui, ajoutés à ceux de l'horloge, permettraient de faire cette transformation des signaux d'avertissement en signaux horaires, donnés par exemple de seconde en seconde. Mais il y a des moyens plus simples, et je me propose d'en indiquer un, déjà signalé sans doute pour d'autres usages, et qui, pour le but indiqué, m'a donné les meilleurs résultats, quoiqu'il ait été réalisé d'une manière bien sommaire.

([1]) La station de Paris, retardée de plusieurs mois par les inondations de la Seine, commença d'envoyer ces signaux le 23 mai 1910, la nuit seulement. A partir du 21 novembre suivant, elle les envoya également le matin. Les heures d'envoi ont subi depuis quelque modification, surtout en raison du changement apporté à l'heure légale par la loi du 9 mars 1911. — La station de Nordeich commença l'envoi de ces signaux à très peu près au même moment; mais depuis plusieurs années les astronomes avaient réalisé l'envoi précis de l'heure radiotélégraphique et l'avaient employée pour la détermination des longitudes. Je rappellerai les essais que j'ai faits en 1904 et qui ont été décrits ici (*Comptes rendus*, t. 138, p. 1657); cette réalisation a été oubliée souvent quand on a indiqué les initiateurs de l'envoi radiotélégraphique de l'heure.

([2]) Il n'y a pas lieu de rappeler ici les conventions adoptées pour l'envoi des signaux horaires; elles sont indiquées dans une Note de M. H. Poincaré, insérée dans les *Comptes rendus*, t. 150, p. 1471. On peut voir aussi la brochure publiée récemment par le Bureau des Longitudes, sous ce titre : *Réception des signaux radiotélégraphiques transmis par la Tour Eiffel*, Paris, 1912, p. 24.

En principe il consiste en ceci : faire fermer un circuit électrique par le balancier de l'horloge en faisant toucher par l'extrémité inférieure de ce balancier le sommet ou ménisque d'une colonne de mercure placée dans ce circuit.

L'horloge fort médiocre sur laquelle j'ai expérimenté est munie d'un balancier à lentille et à tige de bois verni ; il bat la seconde et est soutenu comme à l'ordinaire par un ressort plat d'acier.

Un fil de cuivre *b* court le long de la tige du balancier, et son extrémité inférieure *a* dépasse de quelques millimètres l'extrémité inférieure *a'* de ce balancier ; ce fil *b* monte, de l'autre côté, jusqu'à la garniture métallique *c* de l'extrémité supérieure de la même tige ; cette extrémité supérieure se trouve liée métalliquement au ressort *d* de suspension du balancier. Un autre fil de cuivre *e*, attaché à l'extrémité fixe du ressort *d*, va jusqu'à l'un des pôles d'une pile P. Du second pôle de la même pile P part un troisième fil *f* qui se rend à une petite colonne de mercure terminée par un globule ou ménisque *g* de mercure, faisant saillie hors du tube qui le renferme ; ce tube est porté par un support réglable, particulièrement en hauteur.

On voit immédiatement que pour faire donner à l'horloge, par exemple un signal électrique par seconde, il suffira de mettre le ménisque en correspondance avec la position d'équilibre du balancier et de l'amener à hauteur convenable. Si l'on voulait envoyer un signal toutes les deux secondes, on ferait correspondre le ménisque à l'une des excursions extrêmes du balancier (¹). On peut aussi subdiviser chaque seconde, en parties égales ou inégales, soit en remplaçant par plusieurs brins le fil *a*, soit en plaçant plusieurs ménisques sur le trajet du fil *a*.

Pour supprimer certaines secondes, il suffira de détourner le courant du circuit *abcdefg* aux instants correspondants, soit à la main, soit par une disposition mécanique facile à réaliser.

Ce mode d'établissement du courant est très souple ; il permet notamment de faire varier la durée du passage de l'électricité de $\frac{2}{100}$ ou $\frac{3}{100}$ de seconde à $\frac{2}{10}$ ou $\frac{3}{10}$: pour cela on choisit un ménisque de rayon convenable. Les longues durées de passage peuvent s'obtenir en employant un ménisque allongé.

Le frottement produit par le passage du fil *a* dans le mercure, à chaque

(¹) La même disposition est très commode pour commander un chronographe, un relais, pour entretenir le mouvement d'un pendule libre par le moyen d'une pile, ou encore pour régler une série quelconque d'horloges sur le mouvement de celle qui commande le circuit. Un faible courant suffit, et l'étincelle de rupture est à peine sensible : mes essais ont été faits avec un courant de 2 ou de 4 volts.

seconde, n'exerce qu'une faible influence sur l'horloge que j'ai employée; avec un ménisque dans lequel le fil *a* parcourait environ 2^{mm}, il n'a pas été nécessaire d'augmenter le poids moteur de l'horloge; l'amplitude du balancier a diminué de $\frac{1}{10}$ de sa valeur.

Pour constater le passage du courant et, en quelque sorte, pour le rendre visible, je lui fais allumer une de ces lampes à filament métallique et court, que l'on trouve actuellement dans le commerce, et dont les périodes d'allumage et d'extinction sont très courtes; on obtient ainsi des signaux presque instantanés qui peuvent être utilisés, par exemple, pour l'observation des coïncidences d'un pendule servant à la détermination de l'intensité de la pesanteur.

On pourrait obtenir aussi, par ce moyen, la marque de chaque seconde, ou de fractions de seconde, dans l'enregistrement photographique des passages méridiens.

CHIMIE. — *Sur la détermination des poids atomiques par la méthode du Dr Gustavus Hinrichs.* Note de M. **Henry Le Chatelier.**

Depuis quarante ans, le Dr Gustavus Hinrichs a publié dans les *Comptes rendus* de l'Académie des Sciences une soixantaine de Notes au sujet de la détermination des poids atomiques des éléments. Il se propose d'établir, grâce à l'emploi de certaines considérations mathématiques, que, dans les limites actuelles de précision des expériences, on n'a aucun motif pour attribuer aux poids atomiques des valeurs différant de nombres entiers ou de leurs sous-multiples les plus simples. Ces discussions sont appuyées de tableaux graphiques assez impressionnants au premier abord. Les expériences successives viennent se grouper sur des droites convergeant rigoureusement vers les valeurs de poids atomiques annoncées par l'auteur.

Il est assez surprenant de voir que l'on n'ait pas songé jusqu'ici à discuter d'un peu près les affirmations du savant américain, soit pour accepter ses conclusions, si elles s'appuient sur des raisonnements exacts, soit au contraire pour les rejeter définitivement, si elles sont dépourvues de toute base rigoureuse.

Je crains que l'emploi des mathématiques ait, dans le cas actuel, comme cela est arrivé trop souvent déjà, occasionné un trompe-l'œil.

Je rappelle d'abord le raisonnement de M. le Dr Hinrichs. Pour déterminer le poids atomique X d'un élément donné, on part d'une réaction

où ce corps intervient en combinaison avec d'autres corps simples de poids atomiques A, B, C, D; soit P le poids moléculaire d'une combinaison où entre le corps X et soit $X^m A^n B^p$ la formule de cette combinaison, soit, d'autre part, Q le poids moléculaire d'une autre combinaison $C^q D^r$ obtenue par une réaction du premier composé; on a par définition la relation

$$\frac{P}{Q} = \frac{mX + nA + pB}{qC + rD} = R. \tag{1}$$

L'expérience donne le rapport R; on peut alors, si l'on connaît les poids atomiques A, B, C, D des autres corps en présence, calculer le poids atomique X du corps étudié.

M. Hinrichs fait remarquer que les poids atomiques A, B, C, D, regardés comme complètement connus, ne le sont en réalité que d'une façon approchée. Le mode de calcul habituel reporte donc sur X, en dehors des erreurs expérimentales de R, celles qui affectent A, B, C, D. Cela est évident.

La différentielle logarithmique de l'expression (1) conduit à la relation suivante entre les différentes erreurs possibles

$$\frac{dR}{R} = \frac{m\,dX}{P} + \frac{n\,dA}{P} + \ldots. \tag{2}$$

Cette équation différentielle donne l'erreur commise sur X en fonction des erreurs qui affectent les grandeurs R, A, B, C, D. M. Hinrichs pose en principe qu'il n'y a pas de raison de supposer certains poids atomiques plus exactement connus que les autres, et il admet pour simplifier, d'une façon complètement arbitraire, l'égalité de tous les termes du second membre de l'équation (2), c'est-à-dire

$$\frac{m\,dX}{P} = \frac{n\,dA}{P} = \frac{p\,dB}{P} = \ldots,$$

ou, par suite,

$$\frac{dX}{dA} = \frac{n}{m} = \text{const.}, \qquad \frac{dX}{dB} = \frac{p}{m} = \text{const.} \tag{3}$$

Ceci fait, il prend arbitrairement, comme poids atomique X du corps étudié, le nombre entier le plus voisin des déterminations expérimentales actuelles et cherche à vérifier l'exactitude de ce choix au moyen d'une méthode graphique. Il trace une courbe en prenant comme ordonnée les dX déterminés en faisant la différence entre le poids atomique théorique et celui auquel conduit l'expérience envisagée, corrigée, suivant l'hypothèse

indiquée plus haut, de l'égale répartition des erreurs entre les corps en présence; il porte en abscisses les dA calculés de la même façon. Il trouve ainsi que toutes les déterminations expérimentales, utilisant une même réaction chimique, conduisent à des points se plaçant rigoureusement sur une droite, qui passe par l'origine des coordonnées. Une autre réaction, employée pour la détermination du même poids atomique, conduit à une autre droite passant également par l'origine, si bien que toutes les déterminations expérimentales constituent un faisceau concourant exactement vers la grandeur admise.

Or ce résultat est nécessaire *a priori*, il est une conséquence immédiate de l'égalité (3)

$$\frac{dX}{dA} = \text{const.}$$

On retrouverait exactement les mêmes faisceaux de droites concourantes, en prenant arbitrairement comme point de départ un autre poids atomique quelconque. Les diagrammes du D[r] Hinrichs vérifient donc uniquement une propriété très simple des fonctions algébriques; mais ils ne peuvent donner aucune indication sur la valeur probable des poids atomiques. Il est possible que les poids atomiques, préconisés par le D[r] Hinrichs, soient cependant exacts, mais son raisonnement ne le prouve pas.

MÉDECINE. — *Sur la vaccination contre la fièvre typhoïde.* Note de MM. **El. Metchnikoff** et **Al. Besredka.**

Après avoir démontré, par des expériences sur des chimpanzés, que l'immunité certaine contre la fièvre typhoïde ne peut être obtenue qu'avec des virus vivants, nous avons dû nécessairement nous demander si ce résultat pouvait être appliqué à la prophylaxie humaine.

Plusieurs questions devaient être résolues avant de passer à la pratique. Il a fallu d'abord établir si le virus sensibilisé est bien supporté par l'homme. Les recherches commencées par nous, puis poursuivies par le D[r] Broughton Alcock, sur 44 sujets, ont donné là-dessus un résultat encourageant. Mais on pouvait se demander si les personnes ayant subi les injections vaccinales ne présenteraient pas quelque danger pour leur entourage, en disséminant le virus contenu dans leur organisme. Ces personnes ne deviendraient-elles pas des *porteurs de bacilles typhiques?* Pour résoudre le problème, nous avons d'abord injecté, sous la peau de trois chimpanzés, de ces

bacilles sensibilisés d'après le procédé Besredka. Avec intention, nous leur avons introduit des quantités relativement très grandes de ce vaccin. A deux reprises nous leur avons injecté un quart de culture fraîche sur gélose. Eh bien, malgré la masse très grande de bacilles incorporés, qui ont amené une exsudation abondante, ceux-ci restèrent localisés à l'endroit de l'injection. L'exsudat renfermait encore, il est vrai, pendant cinq jours des bacilles vivants, mais ces derniers ne se généralisèrent pas dans l'organisme. Le sang de ces chimpanzés, retiré à plusieurs reprises après la première et la seconde injection vaccinale, se montra constamment stérile. L'urine et les matières fécales, prélevés sur les mêmes animaux au cours de notre expérience, ne donnèrent jamais de cultures typhiques.

Le résultat est donc parfaitement clair : *les bacilles typhiques sensibilisés vivants, injectés sous la peau en très grande quantité, ne passent pas dans la circulation et ne se retrouvent point dans les excréta. Les animaux ainsi vaccinés ne deviennent donc pas des porteurs de bacilles typhiques.*

Nous avons profité de cette expérience pour voir une fois de plus si le virus sensibilisé produit à coup sûr un effet vaccinant. Dans cette intention, nous avons administré par la bouche à nos trois chimpanzés déjà mentionnés, ainsi qu'à un quatrième, neuf, servant de témoin, une grande quantité de cultures de bacilles typhiques, mélangée avec des matières fécales d'un sujet atteint d'une fièvre typhoïde des plus typiques. Le résultat fut des plus nets. Le chimpanzé témoin contracta seul la fièvre typhoïde au bout de quatre jours d'incubation, tandis que les trois vaccinés demeurèrent définitivement indemnes.

Dans de pareilles conditions, nous n'avons pas hésité à accepter la demande des docteurs Cadeau et Dide, de pratiquer la vaccination dans leur clientèle, menacée de fièvre typhoïde. Dans le premier cas, il s'est agi de Bressuire (Deux-Sèvres), un pays particulièrement éprouvé cette année par l'épidémie. Le second cas se rapporte à l'asile public d'aliénés de Braqueville qui enregistre tous les ans de nombreux cas de fièvre typhoïde, malgré les mesures hygiéniques rigoureuses mises en œuvre pour la combattre.

M. le Dr A. Marie nous a demandé aussi de vacciner quelques-uns de ses malades de l'asile de Villejuif, afin d'élaborer des mesures de protection dans l'éventualité d'une épidémie de fièvre typhoïde.

En dehors de ces trois groupes, nous mentionnerons encore quelques exemples isolés de personnes qui sont venues dans notre laboratoire pour se faire vacciner avant leur départ pour le Maroc.

Il a été pratiqué en tout 1580 inoculations vaccinales, réparties sur 745 personnes. La première injection a été faite avec 1^{cm^3} de culture de bacilles typhiques sur agar, diluée au centième et sensibilisée avec un sérum spécifique antiendotoxique très actif. Huit à dix jours plus tard, on a fait aux mêmes personnes une injection d'une dose double du même liquide. Les injections étaient pratiquées le plus souvent sous la peau de la paroi abdominale.

Il est à remarquer que la réaction locale a été dans presque tous les cas extrêmement légère, aussi bien après la première qu'après la seconde injection. Ce n'est que dans des cas rares qu'il y eût au point d'inoculation une petite rougeur disparaissant au bout de quelques jours. La température se maintenait aussi aux environs de la normale, à quelques exceptions près où elle est montée à 38° et plus rarement à 39°. La douleur était le plus souvent insignifiante ou nulle. Quelques sujets seulement se sont plaints d'avoir mal au point inoculé. Jamais il n'a été observé de tuméfactions ganglionnaires, ce qui prouve la localisation du virus à l'endroit de l'introduction. Ce résultat concorde parfaitement avec le fait que, chez aucun des 64 vaccinés soumis ensuite à l'examen bactériologique, il n'a été trouvé de bacilles typhiques ni dans le sang, ni dans l'urine, ni dans les matières fécales.

La crainte que les personnes inoculées avec le vaccin sensibilisé ne deviennent des porteurs de bacilles typhiques, n'est donc point fondée, de même que la supposition que les injections vaccinales seraient capables de provoquer la fièvre typhoïde.

L'innocuité pour l'homme du virus typhique vivant sensibilisé doit être considérée comme démontrée. Il reste à savoir si les deux injections pratiquées sur nos sujets leur confèrent réellement l'immunité contre la typhoïde. La solution définitive de cette question ne peut être donnée qu'après un laps de temps plus long que celui écoulé depuis les injections. Nos expériences sur les chimpanzés rendent la réponse positive plus que probable. Seulement, il faut tenir compte du fait que ces animaux reçurent des quantités plus considérables de bacilles sensibilisés que les hommes. Si toutefois il se produisait quelque cas de fièvre typhoïde chez nos vaccinés, ceci ne prouverait pas le moins du monde l'inefficacité de la méthode, mais indiquerait simplement qu'il faut injecter des doses de vaccin plus grandes. Il n'y aurait dans ce renforcement aucun danger, étant donné que MM. Delteil, Nègre et Reynaud à Alger, dans l'intention de traiter la typhoïde déjà déclarée, ont injecté à leurs malades, à plusieurs reprises, des doses jusqu'à quatre fois plus fortes que celles employées lors de la

vaccination. Ces fortes doses n'amenèrent aucun inconvénient et, d'après l'impression des docteurs mentionnés, exercèrent même une influence favorable sur la marche de la maladie.

La typhoïde des singes anthropoïdes nous fournit une base expérimentale bien suffisante pour préciser la conduite à tenir dans la pratique des vaccinations antityphiques. Elle nous procure la certitude que les bacilles sensibilisés confèrent une immunité réelle qui peut être obtenue après deux injections séparées par un intervalle de 8 à 10 jours.

Dans tous les cas, il nous semble que les vaccinations ne doivent être faites que là où elles ne peuvent être évitées. Ce sont les troupes en marche, dans des conditions particulièrement difficiles pour l'organisation de mesures sanitaires ou pendant la guerre dans des pays contaminés; les aliénés, dans des asiles où la typhoïde est endémique; le personnel de ces asiles et de quelques hôpitaux; les habitants des régions où il n'existe pas une hygiène suffisante, qui doivent fournir le principal contingent des vaccinés.

L'exposé complet de nos expériences, accompagné des notes de MM. les docteurs Bertrand, A. Marie et Brétex, Dide et Cadeau, sera publié dans les *Annales de l'Institut Pasteur*.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la pression existant à la surface du Soleil.* Note de M. **Gouy**.

1. J'ai essayé récemment [1] de montrer que, d'après les propriétés des vapeurs métalliques, il est vraisemblable que ces vapeurs n'existent qu'avec une densité extrêmement petite dans les parties visibles du Soleil. Pour les gaz (hydrogène, hélium, etc.) qui, dans nos expériences, ne montrent des raies d'émission ou d'absorption que sous des actions électriques, on conclurait de même, si l'on ne tenait compte que de leurs atomes *actifs*. Lorsqu'on examine, en effet, la largeur des raies données par un tube de Geissler, contenant de l'hydrogène sous une épaisseur de 1^{mm} et une pression de $0^{atm},001$, et qu'on constate que ces raies sont comparables à celles de la chromosphère, qui est traversée par le rayon visuel, tangentiellement au Soleil, sous une épaisseur de plus de 100000^{km}, on est conduit à croire que la quantité d'atomes actifs par unité de volume y est extrêmement

[1] *Comptes rendus*, 24 juin et 1er juillet.

petite vis-à-vis de ce qu'elle est dans le tube de Geissler. L'expérience montre en effet que l'éclat et la largeur des raies dépendent de l'épaisseur de la couche tout autant que de la densité ou de la température du gaz, fait trop souvent négligé dans la discussion des problèmes de la Physique solaire.

Si au contraire on considère ces gaz dans l'état où ils sont dépourvus d'émission et d'absorption, la question reste pendante. Je me propose de montrer qu'on peut se faire une idée générale de la pression totale des gaz et vapeurs existant à la surface du Soleil, par une tout autre méthode, qui conduit à des résultats du même ordre que les observations spectroscopiques.

2. C'est un fait bien connu qu'en s'avançant vers le centre du Soleil on rencontre, après la couronne, l'hydrogène, puis l'hélium, puis les métaux de poids atomiques légers ou moyens, tandis que les métaux de forts poids atomiques sont d'ordinaire absents de la couche qui produit les raies de Fraunhofer, et confinés sans doute dans les couches plus profondes. Cette sorte de *stratification* par densité croissante n'est pas absolue à beaucoup près [1], mais elle représente assez bien l'ensemble des faits.

Si l'hydrogène [2] avait une pression moyenne de l'ordre de 1^{atm} dans la couche renversante, où la densité moyenne de la vapeur de sodium est évaluée à 2.10^{-18}, celle des autres métaux étant probablement du même ordre, nous voyons que, dans cette hypothèse, les vapeurs métalliques ne constitueraient, par rapport à l'hydrogène, qu'une impureté minime, incomparablement moindre que la vapeur de mercure dans un gaz recueilli sur la cuve à mercure. Or il n'est pas vraisemblable que tel soit le rapport du poids des métaux à celui de l'hydrogène dans la masse totale du Soleil. Il faudrait donc qu'il existât une cause capable de produire cette purification si parfaite de l'hydrogène, ainsi que la stratification des gaz et vapeurs d'une manière générale.

La pesanteur agit dans ce sens, et si le repos absolu existait dans le Soleil, le fait s'expliquerait aisément [3]. Mais nous voyons des mouve-

(1) L'exception la plus importante est fournie par le calcium, dont les raies H et K se montrent très haut. Lockyer et beaucoup de spectroscopistes ont admis, pour cette raison et pour d'autres, que ces raies sont dues à un gaz léger, qui résulterait de la dissociation du calcium.

(2) Ou le mélange hydrogène-hélium.

(3) En effet, chaque gaz ou vapeur se répartirait en hauteur comme s'il était seul, du moins jusqu'à la profondeur où la densité devient considérable.

ments rapides dans les couches superficielles du Soleil, et il y en a sans doute dans les couches profondes, car la convection joue probablement un rôle essentiel dans le transport de la chaleur de l'intérieur à la surface. Examinons donc si la pesanteur peut agir d'une manière assez active pour compenser l'effet de ces courants, qui tendent à produire partout un mélange homogène de tous les corps existant dans le Soleil.

3. C'est un problème particulier de diffusion qui se pose ainsi. Il nous suffira d'examiner le cas où une vapeur A se trouve mélangée à un grand excès d'hydrogène. Le poids moléculaire de A étant supérieur à celui de H, une molécule de A, si elle était seule de son espèce, descendrait dans l'hydrogène avec une vitesse v, qui serait naturellement superposée à l'agitation thermique. En réalité, les molécules de A étant assez rares pour que les rencontres entre elles soient exceptionnelles, cette vitesse de descente v existera pour chaque molécule.

L'effet de la diffusion se superposera à cette descente. Soient δ, δ', p et p' les densités actuelles et les pressions partielles de A et de H. En tenant compte de ce fait qu'ici $p+p'$ n'est pas constant, contrairement aux problèmes ordinaires de diffusion, on obtient, pour le poids $d\pi$ de A que la diffusion fait remonter à travers l'unité de surface horizontale,

$$d\pi = -\mathrm{D}\delta' \frac{d}{dz}\frac{\delta}{\delta'}\,dt,$$

D étant le coefficient de diffusion ordinaire.

En considérant l'état d'équilibre, en écrivant que la chute de vitesse v compense $d\pi$, il vient finalement

$$v = g\mathrm{D}\left(\frac{\delta}{p} - \frac{\delta'}{p'}\right),$$

g étant la gravité.

Supposons que A ait le poids moléculaire 50, et prenons pour D les valeurs 0,6 à 0° et 240 à 6000°, valeurs qui conviennent pour la pression de 1^{atm}. Nous trouvons

$$v = 6{,}06 \cdot 10^{-4},$$

ou sensiblement 6 microns par seconde (1).

4. Il est bien évident que, dans ces conditions, l'action de la pesanteur

(1) Sur la terre, et à 0°, on aurait 0,013 micron.

est comme inexistante; quelque faibles qu'on puisse supposer les courants, leur effet ne peut être compensé. *Il est donc impossible de rendre compte des faits par l'action de la pesanteur, si l'on admet des pressions égales ou supérieures à* 1^{atm}.

Pour de très faibles pressions, au contraire, v sera très grand, car D est inversement proportionnel à la pression. Ainsi la formule donne 6^m pour 10^{-6} atmosphère, et 6^{km} pour 10^{-9} atmosphère (1). On peut penser qu'une vitesse de chute de quelques kilomètres par seconde est plus que suffisante pour assurer le rétablissement de la stratification à mesure qu'elle se détruit, car les courants de vitesses bien supérieures semblent être des phénomènes locaux et exceptionnels, et d'autre part les vapeurs peuvent retomber avant qu'il y ait mélange complet. *L'action de la pesanteur peut donc rendre compte des faits d'observation, pourvu que la pression ne dépasse pas notablement* 10^{-9} *atmosphère.*

Les considérations cinétiques s'accordent ainsi avec les données spectroscopiques (2) pour nous apprendre que les parties visibles du Soleil sont formées de gaz et de vapeurs dans un état de raréfaction extrême (3). J'aurai peut-être l'occasion de montrer qu'il en résulte la possibilité d'expliquer simplement certains phénomènes solaires.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur le système : eau cyclohexanol.* Note de M. **R. de Forcrand.**

J'ai indiqué précédemment que le cyclohexanol tout à fait anhydre absorbe très rapidement de petites quantités d'eau; que la solubilité, à $+11°$, de l'eau dans le cyclohexanol correspond à 11,27 parties d'eau pour 100 d'alcool, c'est-à-dire à la formule : $C^6H^{12}O + 0,626\,H^2O$, et que des traces d'eau, de l'ordre des millièmes, suffisent pour abaisser de plusieurs degrés le point de fusion de ce composé, dont l'abaissement molé-

(1) Il y a dans ce dernier cas une extrapolation un peu hasardée, car la formule n'est établie qu'en supposant v petit vis-à-vis de la vitesse d'agitation thermique; mais d'autre part il est évident que v tend vers la vitesse de chute libre à mesure que la pression tend vers zéro.

(2) Le Soleil montre un très petit déplacement de ses raies obscures, qu'on a songé à attribuer à l'existence d'une pression de quelques atmosphères. Il y a lieu de penser que cet effet est dû à une autre cause, qui pourrait bien être l'effet Doppler des courants existant dans la couche renversante.

(3) Ceci n'exclut pas la présence dans la couronne de quelques poussières.

culaire est très élevé (382,8), et la chaleur de fusion très faible (0^{Cal},448).

Je me suis proposé de préciser davantage en déterminant la température de solidification de mélanges contenant de 0 à 11,27 parties d'eau pour 100 parties de cyclohexanol.

J'ai trouvé ainsi, pour 100 de cyclohexanol :

Eau.	Point de solidification.
0,00	+ 22°,45
0,233	+ 17,48
1,183	— 1,40
3,132	— 34,10
4,090	— 46,80
4,830	— 55,70
4,970	— 57,40 (eutectique)
6,850	— 43,20
8,038	— 33,00
9,020	— 18,50
9,64	— 14,58
11,27	— 12,05

Ce *dernier* point est d'ailleurs incertain, parce que la dissolution, saturée à + 11°, se trouble un peu lorsqu'on la refroidit au-dessous de 0°, mais les autres ont été déterminés avec précision. La position de l'eutectique, notamment, a pu être située exactement, ce point étant très voisin de l'une des déterminations. Je l'ai d'ailleurs retrouvée directement par la méthode ordinaire; elle correspond à la température de — 57°,40.

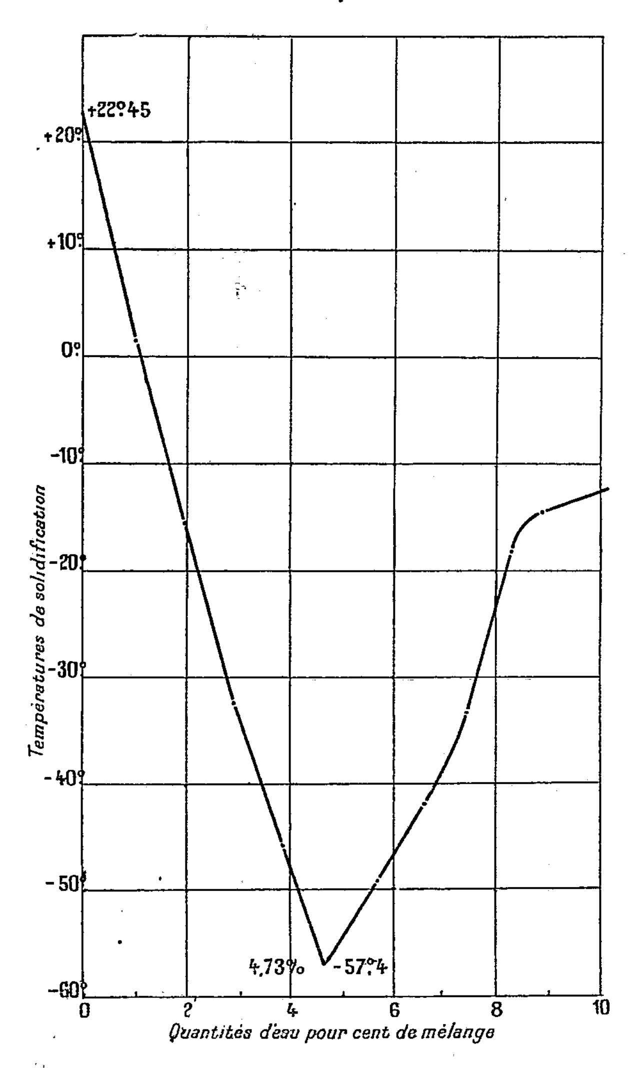
Ces résultats peuvent se résumer dans le graphique ci-après, pour lequel j'ai transformé les quantités d'eau *pour* 100 *de cyclohexanol*, en quantités d'eau *pour* 100 *de mélange*, ainsi qu'on le fait généralement.

Ces expériences et l'examen de ce graphique conduisent aux remarques suivantes :

1° La première portion de la courbe, qui correspond à de faibles proportions d'eau (jusqu'à 4,97 parties d'eau pour 100 de cyclohexanol), est presque une ligne droite ; ce qui montre que l'abaissement moléculaire (382,8), déterminé pour des traces d'eau, se maintient presque constant, même pour des différences considérables du point de solidification. Ainsi un mélange de 2 parties d'eau et 100 de cyclohexanol, dont le point de solidification est — 16° (différence 38°,45) donnerait encore un abaissement moléculaire de 346.

2° Le point eutectique est à peu près de 80° au-dessous du point de solidification du corps pur, et cependant le mélange contient à peine 5 pour 100 d'eau.

3° Jusqu'à cette limite, c'est-à-dire pour toute la branche descendante



du graphique, les cristaux qui se forment sont de grands octaèdres, pareils à ceux que donnent le corps pur. Au contraire, dans la partie montante (à partir de 5 parties d'eau pour 100 de cyclohexanol), on obtient de très petits cristaux opaques ayant un tout autre aspect.

4° Cette seconde partie de la courbe se relève nettement vers son milieu,

puis s'infléchit d'une manière très marquée au voisinage de 9 pour 100 d'eau, c'est-à-dire pour une composition voisine de

$$C^6H^{12}O + 0,5H^2O.$$

Il n'est malheureusement pas possible de suivre le phénomène au delà, puisqu'on est limité par la solubilité et que déjà le dernier point est incertain.

Cependant l'allure de la courbe paraît bien indiquer l'existence d'un hydrate, dont la composition serait voisine de celle indiquée plus haut.

On sait d'ailleurs que le phénol ordinaire, très avide d'eau aussi, et dont le point de fusion s'abaisse beaucoup en présence de traces d'eau, a été signalé par Calvert, il y a près de 50 ans, comme donnant un hydrate solide

$$C^6H^6O + 0,5H^2O,$$

fondant à $+16^o$.

L'existence de cet hydrate ayant été contestée depuis, il y aurait lieu de reprendre de la même manière l'étude des mélanges de phénol et d'eau.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de huit de ses Membres qui devront faire partie de la *Commission technique de la Caisse des Recherches scientifiques*.

Au premier tour de scrutin, le nombre de votants étant 35,

M. **Th. Schlœsing** père, au titre de la Section d'Économie rurale; M. **Bouchard**, au titre de la Section de Médecine et Chirurgie; M. **Ed. Perrier**, au titre de la Section de Zoologie; M. **Prillieux**, au titre de la Section de Botanique; MM. **Ph. van Tieghem**, **Darboux**, **Lippmann**, **Armand Gautier**, choisis en dehors de ces Sections, réunissent la majorité des suffrages.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Correspondant pour la Section de Botanique, en remplacement de M. *Treub*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre de votants étant 43,

M. Adolf Engler obtient	. . . .	29 suffrages
M. Hugo de Vries obtient	. . . .	10 »
M. Farlow »	. . . .	4 »

M. **Adolf Engler**, Directeur de l'Institut botanique de l'Université de Berlin, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

PRÉSENTATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui sera présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique pour la Chaire de *Mathématiques* du Collège de France, vacante par la démission de M. *Jordan*.

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du candidat de première ligne, le nombre de votants étant 41,

M. Humbert réunit l'unanimité des suffrages.

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du candidat de seconde ligne, le nombre de votants étant 41,

M. Drach réunit l'unanimité des suffrages.

En conséquence, la liste présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique comprendra :

En première ligne	M. **Humbert**
En seconde ligne	M. **Drach**

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** invite l'Académie à lui présenter une liste de deux candidats pour la place de Directeur de l'Observatoire de Lyon, vacante par le décès de M. *Ch. André*.

(Renvoi à une Commission composée du Secrétaire perpétuel pour les

Sciences mathématiques et de MM. les Membres des Sections de Géométrie, d'Astronomie et de Géographie et Navigation.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Les *Comptes-rendus des séances de la quatrième Conférence de la Commission permanente et de la deuxième Assemblée générale de l'*Association internationale de Sismologie, réunies à Manchester du 18 au 21 juillet 1911, rédigés par le Secrétaire général R. de Kövesligethy.

2° L'*Atlas universel de Géographie*, commencé par Vivien de Saint-Martin et publié par M. Schrader. (Présenté par M. Grandidier.)

MM. **Th. Bauguil** et **J. Mawas** adressent des remercîments pour la subvention qui leur a été accordée sur le *Fonds Bonaparte* en 1912.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les extensions de la formule de Stokes.* Note de M. **A. Buhl**, présentée par M. Émile Picard.

Ce sujet me paraît avoir son origine dans le Mémoire de M. Poincaré, *Sur les résidus des intégrales doubles* (*Acta mathematica*, t. IX, p. 328-337), et dans la *Théorie des fonctions algébriques de deux variables* de MM. Picard et Simart (t. I, chap. I). Une Note de M. Vessiot, publiée ici même (19 juin 1911), contient d'importantes définitions pour les tourbillons de l'hyperespace et une Communication de M. Volterra à la Société mathématique (séance du 14 février 1912) considère ce que devient la formule de Stokes pour le cas d'un nombre fini ou infini de variables.

Les extensions qui suivent semblent surtout dignes de remarque par leur forme et par l'unique procédé de démonstration qui tire d'identités les égalités entre intégrales n-uple et $(n-1)$-uple.

Les aspects classiques des formules de Riemann et Stokes doivent d'abord être un peu modifiés pour rendre plus intuitives les formules plus étendues. Pour la formule de Riemann je suppose que le contour C, qui dans le plan Oxy enferme l'aire A, est défini par une équation implicite $F(x, y) = 0$.

La formule est alors

$$(1)\qquad \int_C \begin{vmatrix} \frac{\partial F}{\partial x} & \frac{\partial F}{\partial y} \\ P & Q \end{vmatrix} \frac{dy}{(Q)} = \int\int_A \begin{vmatrix} \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} \\ P & Q \end{vmatrix} dx\,dy,$$

(Q) désignant le coefficient de Q dans le déterminant qui précède.

De même l'ordinaire formule de Stokes peut s'écrire

$$(2)\qquad \int_C \begin{vmatrix} \frac{\partial F}{\partial x} & \frac{\partial F}{\partial y} & \frac{\partial F}{\partial z} \\ \frac{\partial G}{\partial x} & \frac{\partial G}{\partial y} & \frac{\partial G}{\partial z} \\ P & Q & R \end{vmatrix} \frac{dz}{(R)} = \int\int_S \begin{vmatrix} \frac{\partial F}{\partial x} & \frac{\partial F}{\partial y} & \frac{\partial F}{\partial z} \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ P & Q & R \end{vmatrix} \frac{dx\,dy}{\frac{\partial F}{\partial z}},$$

si le contour C est défini par les équations $F = 0$, $G = 0$. On pourrait obtenir des formules analogues dans l'hyperespace pour le cas d'une variété à deux dimensions limitée par une variété à une dimension (*Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse*, 1911); mais, pour le moment, il n'y a pas lieu d'insister sur celles-ci.

Prenons plutôt le cas de la variété à trois dimensions V déformable, dans l'espace à quatre dimensions, en étant toujours contenue dans une variété à deux dimensions Σ. Je dis qu'on a alors la formule

$$(3)\qquad \int\int_\Sigma \begin{vmatrix} \frac{\partial F}{\partial x} & \frac{\partial F}{\partial y} & \frac{\partial F}{\partial z} & \frac{\partial F}{\partial u} \\ \frac{\partial G}{\partial x} & \frac{\partial G}{\partial y} & \frac{\partial G}{\partial z} & \frac{\partial G}{\partial u} \\ X\frac{\partial}{\partial x} & X\frac{\partial}{\partial y} & X\frac{\partial}{\partial z} & X\frac{\partial}{\partial u} \\ P & Q & R & S \end{vmatrix} \frac{dx\,dy}{(P)} = \int\int\int_V \begin{vmatrix} \frac{\partial F}{\partial x} & \frac{\partial F}{\partial y} & \frac{\partial F}{\partial z} & \frac{\partial F}{\partial u} \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} & \frac{\partial}{\partial u} \\ X\frac{\partial}{\partial x} & X\frac{\partial}{\partial y} & X\frac{\partial}{\partial z} & X\frac{\partial}{\partial u} \\ P & Q & R & S \end{vmatrix} \frac{dx\,dy\,dz}{\frac{\partial F}{\partial u}},$$

où (P) désigne $\frac{\partial F}{\partial z}\frac{\partial G}{\partial u} - \frac{\partial F}{\partial u}\frac{\partial G}{\partial z}$. Quant à X, P, Q, R, S, ce sont cinq fonctions quelconques des coordonnées x, y, z, u. La variété Σ a pour équations $F = 0$, $G = 0$.

Je ne puis ici développer la démonstration qui est un peu encombrante quoique simple. Au fond tout se réduit à l'usage des identités

$$(4)\qquad \int_c X\,dY = \int\int_a dX\,dY, \qquad \int\int_s X\,dY\,dZ = \int\int\int_v dX\,dY\,dZ.$$

La première, par un changement de variables, donne (1), ce qui est tout à fait banal. De même (2) se scinde en parties qu'on établit de manière

analogue. Il en est de même pour (3) si l'on part de la seconde identité (4). Et tout cela peut évidemment se poursuivre dans l'espace à n dimensions. A (2) et (3) correspondent respectivement les identités

$$(5)\qquad \begin{vmatrix} \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ P & Q & R \end{vmatrix} = 0, \qquad \begin{vmatrix} \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} & \frac{\partial}{\partial u} \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} & \frac{\partial}{\partial u} \\ X\frac{\partial}{\partial x} & X\frac{\partial}{\partial y} & X\frac{\partial}{\partial z} & X\frac{\partial}{\partial u} \\ P & Q & R & S \end{vmatrix} = 0,$$

qui ne sont autre chose que les relations identiquement satisfaites

$$(6)\qquad \frac{\partial A}{\partial x} + \frac{\partial B}{\partial y} + \frac{\partial C}{\partial z} = 0, \qquad \frac{\partial A}{\partial x} + \frac{\partial B}{\partial y} + \frac{\partial C}{\partial z} + \frac{\partial D}{\partial u} = 0,$$

quand les intégrales

$$\int\int_S (Ap + Bq - C)\,dx\,dy, \qquad \int\int\int_V \left(A\frac{\partial u}{\partial x} + B\frac{\partial u}{\partial y} + C\frac{\partial u}{\partial z} - D\right) dx\,dy\,dz$$

ne dépendent que de la variété qui limite le champ d'intégration. B et D auraient le signe moins dans (6_2) si ces lettres représentaient des mineurs pour $\frac{\partial}{\partial y}$ et $\frac{\partial}{\partial u}$ dans (5_2) et non des coefficients (symboliques, bien entendu) comme il m'est plus simple de le supposer ici.

Tous ces résultats ont, je crois, un intérêt propre qui tient, au moins, à l'écriture employée et à la symétrie obtenue. Mais j'arrive maintenant à l'usage que je compte plus particulièrement en faire, usage analogue à celui fait, dans une précédente Note (24 juin 1912), de l'égalité (6_1) et de l'intégrale double correspondante.

La variété V, supposée continue et dépourvue de singularités, sera déformable, sans cesser de passer par Σ, si (6_2) a lieu. Or, en un point V, je puis distinguer non seulement x, y, z, u, mais les dérivées u_x, u_y, u_z (que j'appelle, pour abréger, α, β, γ) et même les dérivées d'ordre quelconque de u qui, *par hypothèse*, doivent être exprimables sans ambiguïté à l'aide de x, y, z. Dès lors, si A, B, C, D sont des fonctions de $x, y, z, u, \alpha, \beta, \gamma, \ldots$, l'équation (6_2) s'écrit

$$(7)\qquad \left\{ \begin{aligned} &A_x + A_\alpha \alpha_x + A_\beta \beta_x + A_\gamma \gamma_x + \ldots \\ &+ B_y + B_\alpha \alpha_y + B_\beta \beta_y + B_\gamma \gamma_y + \ldots \\ &+ C_z + C_\alpha \alpha_z + C_\beta \beta_z + C_\gamma \gamma_z + \ldots + D_u = 0. \end{aligned} \right.$$

C'est une équation aux dérivées partielles d'ordre quelconque qui appartient aux variétés *non singulières* V susceptibles de passer par Σ.

En langage tangible, ces variétés sont des intégrales qui peuvent prendre des valeurs données sur une surface fermée de l'espace ordinaire. Si Δ est le trinome bien connu $\alpha_x + \beta_y + \gamma_z$, on reconnaît immédiatement dans (7) l'équation de Laplace $\Delta = 0$, l'équation $\Delta = u$ et quelques autres. Mais le caractère exceptionnel de ces équations saute alors aux yeux.

Prenons seulement l'équation linéaire générale du second ordre

$$a\alpha_x + b\beta_y + c\gamma_z + l\gamma_y + m\alpha_z + n\beta_x + p = 0,$$

où a, b, c, l, m, n, p sont fonctions de $x, y, z, u, \alpha, \beta, \gamma$. En la multipliant par φ et en tentant de l'identifier avec (7), on voit que la chose n'est possible que si l'on peut trouver un multiplicateur φ satisfaisant à la fois aux trois équations

$$(l\varphi)_{\gamma\beta} = (b\varphi)_{\gamma\gamma} + (c\varphi)_{\beta\beta}, \quad (m\varphi)_{\alpha\gamma} = (c\varphi)_{\alpha\alpha} + (a\varphi)_{\gamma\gamma}, \quad (n\varphi)_{\beta\alpha} = (a\varphi)_{\beta\beta} + (b\varphi)_{\alpha\alpha}.$$

Évidemment, ces résultats n'ont plus lieu de subsister si l'on abandonne ou l'hypothèse soulignée plus haut ou la condition de non-singularité des intégrales, notamment leur continuité. C'est ainsi que les équations de l'Hydrodynamique, pour l'immense majorité des conditions aux limites, n'ont pas d'intégrales continues en elles-mêmes ou en leurs dérivées; mais on les intègre tout de même en introduisant des *ondes*.

Il resterait encore à indiquer le rôle de la formule (3) sur les variétés intégrales V. Je dois me borner à dire que ce rôle est analogue à celui indiqué dans ma Note précédente en invoquant des travaux de MM. Volterra et Picard.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les facteurs de convergence dans les séries doubles et sur la série double de Fourier.* Note de M. **Ch.-N. Moore**, présentée par M. Émile Picard.

L'objet du Mémoire dont les résultats sont donnés ici est : (a) d'étendre aux séries doubles l'idée de la sommabilité d'une série; (b) d'établir un théorème général sur les facteurs de convergence dans les séries doubles; (c) d'établir la sommabilité de la série double de Fourier; (d) de montrer de quelle façon ces résultats peuvent être appliqués à l'étude de certains problèmes de Physique mathématique.

Étant donnée une série double

$$(1)\qquad \sum_{i=1,\,j=1}^{\infty,\,\infty} a_{i,j},$$

nous posons

$$s_{m,n} = \sum_{i=1,\,j=1}^{m,\,n} a_{i,j},$$

$$(2)\qquad \left\{ \begin{aligned} S^{(k)}_{m,n} &= \sum_{i=1,\,j=1}^{m,\,n} \binom{k+m-i-1}{k-1}\binom{k+n-j-1}{k-1} s_{i,j}, \\ A^{(k)}_{m,n} &= \binom{m+k}{k}\binom{m+k}{k}. \end{aligned} \right.$$

Alors, si la limite

$$(3)\qquad \lim_{m,\,n=\infty} \frac{S^{(k)}_{m,n}}{A^{(k)}_{m,n}}$$

existe, nous disons que la série (1) est sommable (bk) et que sa valeur est la valeur de la limite (3).

Pour les facteurs de convergence dans les séries doubles, nous avons le théorème suivant, qui est une généralisation d'un théorème de M. J.-B. Bromwich pour les facteurs de convergence dans les séries simples.

Théorème. — *Si la série* (1) *est sommable* (bk) *à la valeur* S *et si, de plus,*

$$(4)\qquad \left| \frac{S^{(k)}_{m,n}}{A^{(k)}_{m,n}} \right| < K \qquad (m,\, n = 1, 2, 3, \ldots),$$

K *étant une constante positive, la série*

$$(5)\qquad \sum_{m=1,\,n=1}^{\infty,\,\infty} a_{m,n} f_{m,n}(\alpha, \beta)$$

convergera pour toute valeur de $\alpha, \beta > 0$, *et sa valeur* $F(\alpha, \beta)$ *sera continue pour ces mêmes valeurs et tendra vers* S, *quand* α *et* β *tendent vers* $+0$, *pourvu que les facteurs de convergence*

$$(6)\qquad f_{m,n}(\alpha, \beta) \qquad (m,\, n = 1, 2, 3, \ldots)$$

satisfassent aux conditions suivantes :

(*a*) $f_{m,n}(\alpha, \beta)$ est continue pour $\alpha, \beta > 0$ et $\lim_{\alpha,\beta=+0} f(\alpha, \beta) =$

(*b*) $\displaystyle\sum_{i=\mu_1,\,j=\nu_1}^{\mu_2,\,\nu_2} i^k j^k \,|\Delta^{k+1}_{k+1} f_{i,j}(\alpha, \beta)| < b \qquad (\alpha, \beta > 0)$

et

$$(c)\qquad \lim_{m=\infty} m^k \sum_{j=\mu_m}^{j=\nu_m} j^k\,|f_{m,j}(\alpha,\beta)| = 0 \qquad (\alpha,\beta>0),$$

$$(d)\qquad \lim_{n=\infty} n^k \sum_{i=\mu_n}^{i=\nu_n} i^k\,|f_{i,m}(\alpha,\beta)| = 0 \qquad (\alpha,\beta>0),$$

$$(e)\qquad \lim_{m,n=\infty} [m^k n^k f_{m,n}(\alpha,\beta)] = 0 \qquad (\alpha,\beta>0),$$

où b est une constante positive, μ_1, μ_2, ν_1, ν_2 *sont quatre entiers positifs quelconques, et enfin* μ_m, ν_m, μ_n, ν_n *sont quatre entiers positifs qui varient, les deux premiers avec m, les deux derniers avec n, d'une façon quelconque.*

Le symbole $\Delta_{k+1}^{k+1} f_{i,j}(\alpha,\beta)$ sert pour représenter l'expression suivante :

$$\sum_{r=0,\,s=0}^{k+1,\,k+1} (-1)^r(-1)^s \binom{k+1}{r}\binom{k+1}{s} f_{i+r,j+s}(\alpha,\beta).$$

Pour la sommabilité (b 1) de la série double de Fourier, nous avons les résultats suivants, qui sont des généralisations des résultats trouvés par M. L. Féjer pour la série simple de Fourier.

Si la fonction $f(x,y)$ est bornée et intégrable (au sens de Lebesgue) dans la région $(-\pi \leqq x \leqq \pi,\ -\pi \leqq y \leqq \pi)$, le développement de la fonction dans une série double de Fourier sera sommable (b 1) à $f(x,y)$ en chaque point de continuité de $f(x,y)$, et sera uniformément sommable à $f(x,y)$ dans chaque région intérieure à une région de continuité de $f(x,y)$ [1]. En un point de discontinuité qui se trouve sur une ligne de discontinuité telle que la fonction tende vers une valeur définie, quand nous nous approchons du point d'un côté ou de l'autre de la ligne de discontinuité, la série sera sommable à une valeur qui est la demi-somme des deux valeurs limites, pourvu que la ligne de discontinuité soit une droite. Si la ligne est une courbe ayant une tangente au point de discontinuité, la série sera restrictivement sommable à la même valeur, c'est-à-dire que la limite (3) existera et aura cette valeur, pourvu que m et n s'agrandissent en satisfai-

---

(1) Dans la Table des matières d'un article, dont la première Partie a paru dernièrement dans les *Proceedings of the London mathematical Society* (2e série, t. II, 2e partie, p. 133), M. W.-H. Young a indiqué qu'il a établi la sommabilité de la série à un point de continuité de la fonction développée. Le Mémoire, dont je communique ici les résultats, a été fini et envoyé à l'éditeur dans le mois de janvier 1912.

sant toujours à la relation

$$l \leq \frac{m}{n} \leq L,$$

où l et L sont deux constantes positives.

Pour donner une application de ces résultats, on considère le problème suivant : Étant donnée une plaque rectangulaire dont le périmètre est tenu à la température zéro, et dont les températures initiales de tous les points sont connues, nous cherchons la température d'un point quelconque à un instant quelconque.

En s'appuyant sur les résultats que nous venons d'énoncer, on démontre assez facilement que la fonction

$$u(x, y, t) = \frac{4}{bc} \sum_{m=1,\, n=1}^{\infty,\, \infty} e^{-a^2\pi^2\left(\frac{m^2}{b^2}+\frac{n^2}{c^2}\right)t} \sin\frac{m\pi x}{b} \sin\frac{n\pi y}{c}$$
$$\times \int_0^b \int_0^c f(x', y') \sin\frac{m\pi x'}{b} \sin\frac{n\pi y'}{c}\, dx'\, dy'$$

est la solution de notre problème.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le problème généralisé d'Abel et ses applications.* Note de M. **Patrick Browne**, présentée par M. Émile Picard.

1. Dans une Note récente ([1]) nous avons résolu l'équation

$$f(x) + h(x) f(\mu x) = x^\alpha \psi(x) + \lambda \int_\mu^1 K(x, t) f(tx)\, dt,$$

en supposant que $|\mu| < 1$ et que $\psi(x)$ et $K(x, t)$ aient des développements asymptotiques suivant les puissances de x.

La méthode que nous y avons indiquée donne aussi la solution, quand on remplace les limites d'intégration μ et 1 par deux quantités ξ et η dont la valeur absolue ne dépasse pas l'unité. On aurait seulement à faire le même changement des limites dans les intégrales qui interviennent dans la solution de l'équation (1).

([1]) Voir : *Sur quelques équations fonctionnelles* (*Comptes rendus*, 28 mai 1912). Dans cette Note, et dans une autre qui l'a précédée, nous avons supposé que K (x, t) était développable suivant les puissances de x et de t, mais il n'est nécessaire de supposer que l'existence d'un développement suivant les puissances de x.

2. Appliquons maintenant nos résultats à l'équation fonctionnelle, que nous avons appelée *équation généralisée d'Abel*,

$$\int_a^b N(x,t)f(tx)\,dt = x^\alpha g(x),$$

ou bien, comme on peut l'écrire sans diminuer la généralité,

$$(2)\qquad \int_\mu^1 N(x,t)f(tx)\,dt = x^\alpha g(x),$$

où l'on suppose encore que $|\mu| < 1$ et que $g(x)$ et $N(x,t)$ aient des développements asymptotiques suivant les puissances de x, et en outre que les fonctions

$$g_1(x) = \frac{dg}{dx},\qquad N_1(x,t) = \frac{\partial N}{\partial x},\qquad N_2(x,t) = \frac{\partial N}{\partial t}$$

existent; il s'ensuit d'ailleurs qu'elles ont des développements asymptotiques. En multipliant (2) par x, et en différentiant ensuite par rapport à x, nous obtenons

$$N(x,1)f(x) + N(x,\mu)f(\mu x) + \int_\mu^1 [xN_1(x,t) - tN_2(x,t)]f(tx)\,dt = x^\alpha[(1+\alpha)g(x) - xg_1(x)].$$

C'est bien une équation du type (1). Les cas singuliers que nous avons signalés auront lieu, (*a*) lorsque

$$\int_\mu^1 t^{n+\alpha} N(0,t)\,dt = 0,$$

n étant un entier quelconque (solution logarithmique), et (*b*) lorsque

$$N(0,1) + \mu^{n+\alpha} N(0,\mu) = 0.$$

3. L'équation

$$(3)\qquad \int_\mu^1 N(x,t)f(tx)\,dt = 0$$

peut être ramenée à l'équation homogène

$$N(x,1)f(x) + N(x,\mu)f(\mu x) + \int_\mu^1 [xN_1(x,t) - tN_2(x,t)]f(tx)\,dt.$$

Elle aura des solutions [que l'on peut évidemment ajouter à la solution

de l'équation (2)]

$$f(x) = x^{\beta}\Phi(x),$$

où $\Phi(0) \neq 0$, et les β sont les racines de l'équation

$$\int_{\mu}^{1} t^{\beta} N(0, t)\, dt = 0.$$

4. Essayons maintenant de résoudre l'équation

$$(4) \qquad f(x) + h(x) f(\mu x) = x^{\alpha}\psi(x) + \lambda \int_{a}^{b} K(x, t) f(tx)\, dt,$$

où l'une au moins des quantités a et b est plus grande que l'unité en valeur absolue, et l'on suppose que l'intégrale

$$\int_{a}^{b} t^{n+\alpha} K(0, t)\, dt$$

croisse indéfiniment avec n. En mettant

$$\rho = \frac{1}{\lambda} \qquad \text{et} \qquad p(x) = -\frac{1}{\lambda}\psi(x),$$

nous pouvons écrire l'équation

$$\int_{a}^{b} K(x, t) f(tx)\, dt = x^{\alpha} p(x) + \rho[f(x) + h(x) f(\mu x)].$$

Posons maintenant

$$\Phi(x) = f(x)\left(1 - \frac{\rho}{c_0}\right)\left(1 - \frac{\rho}{c_1}\right)\cdots\left(1 - \frac{\rho}{c_n}\right),$$

où les c_n ont la même signification que dans la Note précédente; alors

$$\int_{a}^{b} K(x, t)\Phi(tx)\, dt = x^{\alpha} p(x)\left(1 - \frac{\rho}{c_0}\right)\cdots\left(1 - \frac{\rho}{c_n}\right) + \rho[\Phi(x) + h(x)\Phi(\mu x)].$$

Par une suite d'équations généralisées d'Abel, on trouve

$$\Phi(x) = A_0(x) + \rho A_1(x) + \ldots + \rho^n A_n(x) + \rho^{n+1} u(x),$$

où $u(x)$ satisfait à une équation de la forme

$$\int_{a}^{b} K(x, t)\, u(tx)\, dt = x^{n+1+\alpha} q(x) + \rho[u(x) + h\, u(\mu x)].$$

Cette équation a une solution en série des puissances de ρ, dont le rayon de convergence grandit indéfiniment avec n. Nous voyons donc que l'équation (4) a une solution

$$f(x) = \frac{x^\alpha V(x, \alpha, \rho)}{H(\alpha, \rho)},$$

où $V(x, \alpha, \rho)$ est une série entière des puissances de ρ, et

$$H(\alpha, \rho) = \left(1 - \frac{\rho}{c_0}\right) e^{\theta_0(\rho)} \left(1 - \frac{\rho}{c_1}\right) e^{\theta_1(\rho)} \cdots \left(1 - \frac{\rho}{c_n}\right) e^{\theta_n(\rho)} \cdots,$$

les θ étant des polynomes en ρ; ces facteurs exponentiels peuvent être nécessaires pour la convergence du produit infini.

On trouve aussi, en suivant les méthodes des Notes précédentes, les solutions de l'équation homogène et les solutions logarithmiques de (4) quand $\rho = c_n$. Le cas où $1 + c\mu^{n+\alpha} = 0$ n'est pas singulier pour cette équation.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la limitation du degré des coefficients des équations différentielles algébriques à points critiques fixes.* Note de M. **Jean Chazy**, présentée par M. Appell.

Théorème A. — *Soit l'équation différentielle*

$$(1) \qquad \frac{y''}{y'^2} = \frac{1 + \varepsilon(y)}{y^p},$$

où p désigne un nombre entier plus grand que 1, *et $\varepsilon(y)$ une fonction holomorphe et tendant vers zéro quand la variable y tend vers le point $y = 0$ dans un angle ayant son sommet en ce point : l'intégrale générale $y(x)$ a des points critiques logarithmiques.* Ce théorème a été démontré par M. Painlevé dans le cas où la fonction $\varepsilon(y)$ est holomorphe au point $y = 0$; je l'ai énoncé précédemment [1] dans le cas où la fonction $\varepsilon(y)$ admet dans l'angle considéré un développement asymptotique suivant les puissances croissantes de y.

Désignons par E_n une équation de la forme

$$y^{(n)} = P(y^{(n-1)} y^{(n-2)}, \ldots, y', y, x),$$

[1] *Comptes rendus*, 18 mars 1912.

où P désigne un polynome en $y^{(n-1)}, y^{(n-2)}, \ldots, y', y$ à coefficients analytiques en x, et qui a ses points critiques fixes. L'application des résultats classiques, de la méthode introduite par M. Painlevé, du théorème A et des résultats que j'ai énoncés dans une Communication précédente [1] et relatifs à l'allure des intégrales des équations différentielles d'ordre quelconque qui généralisent une équation du premier ordre, considérée par M. Bendixson, permet de montrer que dans l'équation E_n le degré du polynome P par rapport à chacune des variables $y^{(n-1)}, y^{(n-2)}, \ldots, y', y$ est limité de la façon suivante : Si l'on considère chaque dérivée et la fonction y comme de poids égal à l'indice de dérivation, augmenté d'une unité, le poids de chaque terme du polynome P ne peut surpasser le poids de $y^{(n)}$, $n+1$.

On sait depuis longtemps que, dans l'équation E_1, le second membre est un polynome du second degré en y, l'équation E_1 est une équation de Riccati, et que dans l'équation E_n le polynome P est du second degré en $y^{(n-1)}$. M. Painlevé a constitué une méthode pour former des conditions nécessaires pour qu'une équation donnée ait ses points critiques fixes, et, par cette méthode, a obtenu entre autres les résultats suivants : d'une façon générale, de la limitation du degré en y de l'équation E_n, on déduit une limitation, qui peut être trop large, du degré en $y^{(m)}$ de l'équation E_{m+n} ; ainsi dans l'équation E_n, pour $n > 1$, le polynome P est du premier degré en $y^{(n-1)}$, mais non du second ; encore, dans l'équation E_2,

$$y'' = A(y, x)y' + B(y, x), \tag{2}$$

les degrés des polynomes A et B en y sont au plus 1 et 3. Je veux insister sur cette dernière circonstance qui ne se présente pas aussi simplement dans les équations d'ordre supérieur. Si x_0 désigne un point arbitraire, et si l'on substitue dans l'équation (2) une expression de la forme $\frac{h}{(x-x_0)^r}$, on voit que pour des valeurs convenables, et rationnelles, de l'exposant r, on peut établir une compensation entre y'' et le ou les termes prépondérants du second membre, pourvu que l'équation ne soit pas linéaire ; et le théorème de M. Poincaré, relatif à la continuité des intégrales d'un système différentiel en fonction d'un paramètre contenu ou introduit dans ce système, permet d'établir que l'équation (2) admet des intégrales infiniment voisines des fonctions $\frac{h}{(x-x_0)^r}$ correspondantes. Or, si le degré de y dépasse 1 dans le polynome A ou 3 dans le polynome B, l'exposant r est

[1] *Comptes rendus*, 10 juin 1912.

plus petit que 1, et par suite les intégrales de l'équation (2) admettent des points critiques algébriques mobiles. D'ailleurs, pour $n > 1$, il ne suffit pas qu'une équation satisfasse à la limitation indiquée pour qu'elle ait ses points critiques fixes, mais il y a effectivement des équations à points critiques fixes qui satisfont à cette limitation.

Au contraire, quand on passe aux équations du troisième ordre, on rencontre des équations, telle que l'équation

$$(3) \qquad y''' = y^m y'' - (m+1) y^{m-1} y'^2,$$

m entier positif, dont les intégrales n'ont ni points critiques algébriques, ni pôles, si grand que soit l'entier m. Mais l'intégrale générale de l'équation (3) n'est pas uniforme et admet des points critiques logarithmiques. Pour $m = 1$, l'équation (3) se réduit à l'équation

$$(4) \qquad y''' = y y'' - 2 y'^2,$$

que j'ai considérée dans une Communication précédente [1]. Comme l'équation (4), l'équation (3) peut être remplacée par un système formé d'une équation du premier ordre (α) et d'une équation du second ordre (β) de la forme (1) dont le second membre est formé avec l'intégrale générale de l'équation (α). Or l'équation (α) peut être ramenée à la forme considérée par M. Bendixson, et admet des intégrales qui donnent au second membre de l'équation (β) la forme requise pour l'application du théorème A.

Il y a des équations du quatrième ordre et d'ordre n analogues à l'équation (3) : telle est l'équation du quatrième ordre

$$\begin{aligned} y^{\text{iv}} = \ & \alpha[y^m y''' - (m+1)(2m+1) y^{m-2} y'^3] \\ & + \beta[y^{m-1} y' y'' - (m+1) y^{m-2} y'^3] \\ & + \gamma[y^{2m} y'' - (m-1) y^{2m-1} y'^2], \end{aligned}$$

dont les intégrales n'ont ni points critiques algébriques, ni pôles, si grand que soit l'entier m, et quelles que soient les constantes α, β, γ. Comme l'intégrale générale de l'équation (3), les intégrales générales de ces équations ont des points critiques logarithmiques mobiles : on le démontre par la même méthode, mais dans chaque cas c'est d'une équation, non plus du premier ordre, mais du second ordre ou d'ordre $n - 2$ qu'il faut démontrer l'existence d'intégrales tendant vers zéro dans un angle issu d'un point singulier.

---

(1) *Comptes rendus*, 18 mars 1912.

Sans avoir à résoudre de difficultés d'analyse nouvelle, on obtient une limitation analogue pour les équations E_n où P est non plus un polynome, mais une fraction rationnelle en $y^{(n-1)}, y^{(n-2)}, \ldots, y', y$, et pour les équations algébriques en $y^{(n)}, y^{(n-1)}, \ldots, y', y$ et de degré donné en $y^{(n)}$, sauf pour les équations qui se ramènent aux équations fuchsiennes et kleinéennes. Les fonctions fuchsiennes et kleinéennes sont uniformes dans leur domaine d'existence, et vérifient toutes une équation différentielle algébrique de troisième ordre de la forme

$$y''' = \frac{3}{2}\frac{y''^2}{y'} + y'^3 a(y),$$

où $a(y)$ désigne une fonction rationnelle ou algébrique de y : comme l'intégrale générale d'une telle équation est de la forme $y = f\left(\frac{Ax+B}{Cx+D}\right)$, A, B, C, D désignant quatre constantes arbitraires, on a là une classe d'équations différentielles à points critiques fixes ; or, en un pôle ou en un point critique la fonction $a(y)$ est d'ordre -2, mais le nombre de ces pôles et points critiques est illimité.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur l'absolue convergence des séries trigonométriques*. Note de M. **Arnaud Denjoy**, présentée par M. Appell.

Considérons une série trigonométrique ayant pour terme général $u_n = a_n \cos n\theta + b_n \sin n\theta = \rho_n \cos(n\theta + \alpha_n)$, $(\rho_n = \sqrt{a_n^2 + b_n^2})$.

Soit E l'ensemble des points où cette série u_n est absolument convergente. Examinons à quelle condition E peut contenir un intervalle $\alpha\beta$. Posons $S_n = |u_1| + |u_2| + \ldots + |u_n|$. S_n est une fonction continue de θ, croissante avec n et tendant vers une limite finie $f(\theta)$, existant seulement aux points de E, en tous cas dans $\alpha\beta$. $f(\theta)$ étant une fonction limite de fonctions continues possède sur $\alpha\beta$, d'après un théorème de M. Baire, un ensemble de points de continuité partout dense. Il existe donc un intervalle $\alpha_1\beta_1$ intérieur à $\alpha\beta$ et où f est borné et, par suite, sommable. On sait alors que, les intégrales étant prises au sens de M. Lebesgue,

$$\lim_{n\infty} \int_{\alpha_1}^{\beta_1} S_n \, d\theta = \int_{\alpha_1}^{\beta_1} f(\theta)\, d\theta.$$

C'est dire que la série à termes positifs $\varphi_n = \int_{\alpha_1}^{\beta_1} |u_n|\, d\theta$ est convergente.

Mais, la valeur moyenne de $|\cos(n\theta + \alpha_n)|$ dans un intervalle de longueur fixe tendant vers $\frac{2}{\pi}$, pour n infini, v_n est sensiblement égal à $\rho_n(\beta_1 - \alpha_1)$; ceci montre que la série ρ_n, et en même temps chacune des séries $|a_n|$ et $|b_n|$, sont convergentes. Mais alors la série trigonométrique donnée est partout absolument convergente.

Supposons maintenant que E, sans contenir un intervalle, ait cependant une mesure non nulle. Alors, E contient un ensemble parfait e de mesure partout non nulle. En appliquant à e le théorème de M. Baire, on voit que les points de e au voisinage desquels $f(\theta)$, considérée seulement sur e, n'est pas bornée, forment un ensemble non dense sur e. Je peux donc trouver une partie de e, soit e_1, où $f(\theta)$ est bornée, la mesure de l'ensemble parfait e_1 étant non nulle. On sait (voir ma Note du 13 mars 1910) que l'on peut trouver un intervalle i dont je désigne la longueur par d, et où la mesure de l'ensemble e_1 surpasse $(1 - \alpha)d$, α étant donné arbitrairement.

Soit e_2 la portion de e_1 située sur cet intervalle i. Intégrons S_n et $f(\theta)$ sur e_2, selon le procédé de M. Lebesgue. La première intégrale tend en croissant vers la seconde, ce qui démontre encore la convergence de la série ayant pour terme général l'intégrale de $|u_n|$ sur e_2. Mais cette intégrale est supérieure à $\rho_n d\left[\frac{2}{\pi} - \alpha\right]$, comme on le voit en donnant à $|u_n|$ la valeur majorée ρ_n aux points de i n'appartenant pas à e_2. Si donc $\alpha < \frac{2}{\pi}$, comme il est toujours loisible de le supposer, les conclusions du premier cas subsistent. Donc :

Si les séries $|a_n|$ et $|b_n|$ ne sont pas l'une et l'autre convergentes, auquel cas la série u_n a ses termes inférieurs en valeur absolue à ceux d'une série arithmétique convergente, l'ensemble des points, où la série u_n est absolument convergente, est de mesure nulle.

On voit combien la généralité des résultats est restreinte chaque fois que, dans une démonstration relative aux séries trigonométriques, on limite le reste de la série par la somme des valeurs absolues des termes complémentaires.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la représentation des intégrales des équations irréductibles du second ordre à points critiques fixes au moyen de la théorie des équations linéaires.* Note de M. **René Garnier**, présentée par M. Appell.

Je me propose, dans cette Note, d'appliquer aux équations irréductibles du second ordre à points critiques fixes les conclusions de mes Notes précédentes [1]. Je rappellerai d'abord des résultats connus [2].

1. Considérons l'équation différentielle linéaire

$$(E_{VI}) \qquad \frac{1}{y}\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{a}{x^2} + \frac{b}{(x-1)^2} + \frac{c}{(x-t)^2} + \frac{d}{x(x-1)} + \frac{3}{4(x-\lambda)^2} + \frac{\alpha}{x(x-1)(x-t)} + \frac{\beta}{x(x-1)(x-\lambda)},$$

et proposons-nous de choisir pour les coefficients de cette équation des fonctions du paramètre t telles que le groupe de monodromie (G) de (E_{VI}) soit indépendant de t. On sait que a, b, c, d doivent être indépendants de t, que α et β s'expriment en fonctions rationnelles de λ et $\frac{d\lambda}{dt}$, λ satisfaisant à l'équation irréductible

$$(\text{VI}) \qquad \frac{d^2\lambda}{dt^2} = R\left(\frac{d\lambda}{dt}, \lambda, t\right),$$

dont l'intégrale générale a ses points critiques fixes. Inversement, on peut donc écrire l'intégrale générale de (VI) en exprimant que le groupe de (VI) est un groupe donné (G); à cet effet, on écrira que les substitutions de (G), correspondant à des lacets convenablement choisis, ont des valeurs données. On obtient donc, à l'aide de la variable auxiliaire x, une représentation de l'intégrale de (VI) complètement analogue à celle de la fonction hypergéométrique, par exemple au moyen d'intégrales définies.

D'autre part, M. Painlevé a montré [2] que l'équation (VI) reproduit, par dégénérescence, les cinq équations irréductibles du second ordre (V, ..., I), dont l'intégrale a ses points critiques fixes et, à chacune de

[1] *Comptes rendus*, t. 154, p. 1208 et 1335.

[2] Cf. mon Mémoire, *Ann. sc. Éc. Norm. sup.*, 3e série, t. XXIX, 1912. Voir aussi le Mémoire remarquable de M. Schlesinger, *Journ. f. reine und ang. Math.*, t. 141, 1912, p. 96.

ces dégénérescences, on peut associer, comme je l'ai indiqué [1], une dégénérescence analogue de (E_{VI}). On est donc naturellement conduit à se poser le problème suivant :

Lorsque (E_{VI}) *dégénère en l'une des équations* $(E_V, \ldots, E_I)$ *les formules qui représentent, comme il vient d'être dit, l'intégrale générale de* (VI) *tendent-elles vers des limites? Ces formules limites représentent-elles l'intégrale générale de l'équation irréductible* (V, ..., I) *associée à* $(E'_V, \ldots, E'_I)$? *Et peut-on alors les obtenir en partant directement de* $(E_V, \ldots, E_I)$ *sans remonter à* (E_{VI})?

Je signale la profonde difficulté de ce problème. Les dégénérescences successives de (E_{VI}) en $(E_V, \ldots, E_I)$ ont pour effet de faire coïncider les points singuliers de (E_{VI}) et, par conséquent, de réduire à 3 ou à o le nombre des paramètres de (G); par suite, si les équations (V, ..., I) admettent pour leurs intégrales des représentations analogues à celle de (VI), *il ne suffit pas, pour les obtenir, d'écrire que le groupe de l'équation linéaire correspondante est un groupe donné* (indépendant de t). D'autre part, les dégénérescences précédentes introduisent dans les équations $(E_V, \ldots, E_I)$ des singularités *irrégulières* qui en compliquent sérieusement l'étude. Néanmoins, en m'appuyant sur les résultats de mes Notes précédentes, j'ai réussi à montrer que le problème qui vient d'être posé se résout par l'affirmative dans le cas des équations (V) et (III), les seules que j'aie étudiées jusqu'ici. J'indiquerai brièvement la conclusion que j'ai obtenue [2].

Considérons d'abord les équations (E'_{III}) et (III); soient x_0 un point quelconque ($x_0 \neq 0, 1, \infty$), (Y_1, Y_2) un système fondamental de (E_V) défini par les conditions initiales $Y_1(x_0) = 1 = Y'_2(x_0)$, $Y'_1(x_0) = 0 = Y_2(x_0)$, et soient $SY_1 = AY_1 + BY_2$, $SY_2 = CY_1 + DY_2$ la substitution subie par le système quand x décrit un lacet d'origine x_0 autour du point $x = 1$, et a, b, c, d les coefficients de la substitution analogue pour le point $x = 0$. Enfin, soit $\omega_1(x_0)$ la valeur en x_0 de la dérivée logarithmique de l'intégrale η_1 de (E'_V), qui tend vers 1 lorsque x tend vers 1 en suivant un chemin qui reste à l'intérieur d'un angle déterminé (aussi voisin de π qu'on le veut). L'équation (V) possède les intégrales premières suivantes :

$$A + D = \text{const.} \quad \text{et} \quad \frac{b + (d - a)\omega_1 - c\omega_1^2}{B + (D - A)\omega_1 - C\omega_1^2} = \text{const.} \quad \ldots$$

---

[1] *Ann. sc. Éc. Norm. sup.*, 1912, p. 51.

[2] Afin d'adopter des notations conformes à celles des Notes précédentes, j'ai remplacé les équations (E_V) et (E_{III}) par les équations (E'_{III}) et (E'_V) qui s'en déduisent à l'aide de transformations simples effectuées sur y, $(y, \mu y)$.

De même, considérons les équations (III) et (E'_{III}).

Conservons les notations précédentes A, B, C, D, ω_1 et η_1 étant cette fois relatifs à $x = 0$, et ω_2 et η_2 jouant pour $x = \infty$ le même rôle que ω_1 et η_1 pour $x = 0$; l'intégrale de V est donnée par

$$A + D = \text{const.}; \qquad \frac{1}{\omega_2 - \omega_1}\left[B + (D - A)\frac{\omega_1 + \omega_2}{2} - C\omega_1\omega_2\right] = \text{const.}$$

Je suis parvenu à transformer ces relations en d'autres *où le point x_0 ne figure plus*. Considérons, par exemple, le cas de (E'_{III}) et appelons $\zeta_1 = x^{m_1}\varphi_1(x)$ et $\zeta_2 = x^{m_2}\varphi_2(x)$ les deux intégrales de (E'_{III}), qui se reproduisent multipliées par un facteur constant quand x tourne autour de l'origine (φ_1 et φ_2 uniformes pour $x = 0$); η_1 et η_2 sont liées à ζ_1 et ζ_2 par les relations

$$\eta_1 = \alpha\zeta_1 + \beta\zeta_2, \qquad \eta_2 = \gamma\eta_1 + \delta\zeta_2.$$

Cela étant, l'équation (III) possède les intégrales premières bien remarquables

$$m_1 = \text{const.}, \qquad \frac{\alpha\delta}{\beta\gamma} = \text{const.}$$

ÉLECTRICITÉ. — *Expression de la force qui s'exerce entre deux conducteurs électrisés. Sphère et plan.* Note [1] de MM. **A. Guillet** et **M. Aubert**, présentée par M. G. Lippmann.

I. Certaines déterminations électrométriques sont facilitées par l'emploi d'un appareil composé d'une sphère et d'un plan ou de deux sphères. Mais il faut alors disposer de formules propres à simplifier les calculs numériques. Examinons, dans la présente Note, le premier cas.

Le conducteur sphérique S, de rayon a, est relié au sol; son centre C est à la distance e du conducteur plan S' porté au potentiel V.

Alors les *points images* de Lord Kelvin sont répartis en deux groupes : I_{2p+1}, images prises par rapport à S; I_{2p}, images prises par rapport à S'. En désignant par m_k la charge de l'image k et par $r_{k,k'}$ la distance des images k et k', le théorème de Murphy permet d'exprimer la force F appliquée à S, au moyen de la *loi de Coulomb*. On a

$$F = m_1 \sum \frac{m_{2p}}{r_{1,2p}^2} + m_3 \sum \frac{m_{2p}}{r_{3,2p}^2} + \ldots.$$

---

[1] Présentée dans la séance du 1er juillet 1912.

En explicitant les termes de F, on obtient un tableau (I) qui a pour première ligne :

$$-\frac{m_1}{V^2}\sum\frac{m_{2p}}{r_{1,2p}^2}=\frac{a^2}{4e^2}+\frac{a^3.2e}{(4e^2-a^2)^2}+\frac{a^4(4e^2-a^2)}{(8e^3-4a^2e)^2}+\frac{a^5(8e^3-4a^2e)}{(16e^4-12a^2e^2+a^4)^2}+\ldots,$$

ou, en représentant par P_p le polynome en e, de degré p, de cette suite

$$-\frac{m_1}{V^2}\sum\frac{m_{2p}}{r_{1,2p}^2}=\frac{a^2}{P_1^2}+\frac{a^3P_1}{P_2^2}+\frac{a^4P_2}{P_3^2}+\frac{a^5P_3}{P_4^2}+\ldots$$

Posant $u=ea^{-1}$, et additionnant par colonnes semblables les termes du tableau, il vient :

$$(1)\quad F=-V^2\left[\frac{1}{(2u)^2}+\frac{4u}{(4u^2-1)^2}+\frac{12u^2-2}{(8u^3-4u)^2}+\frac{32u^3-12u}{(16u^4-12u^2+1)^2}+\ldots\right],$$

ou encore, en désignant par U_p un polynome en u, tel que

$$a^pU_p=P_p,$$

$$(2)\qquad F=-\frac{V^2}{2}\sum\frac{U'_p}{U_p^2}\quad\text{ou}\quad\frac{V^2}{2}\sum\frac{d}{du}\left(\frac{1}{U_p}\right).$$

Rapportées au centre de la sphère, les images ont pour abscisses

$$x_{2p}=aU_p:U_{p-1};\qquad x_{2p+1}=aU_{p-1}:U_p.$$

II. — *De l'observation attentive du tableau* (I) *ressortent immédiatement certaines propriétés des polynomes* U_p *intervenant, à des titres divers, dans le calcul de* F.

α. On a

$$(3)\qquad U_p=2uU_{p-1}-U_{p-2}$$

et, par suite,

$$U_p=(2u)^p+\sum(-1)^r(2u)^{p-2r}\frac{(p-1)\ldots(p-2r+1)}{r!},$$

puis

$$(4)\qquad U_p=U_rU_{p-r}-U_{r-1}U_{p-r-1}$$

avec

$$2r\leqq p$$

et, par suite,

$$U_{2n}=U_n^2-U_{n-1}^2;\qquad U_{2n+1}=U_n(U_{n+1}-U_{n-1});$$

ces relations facilitent la détermination des racines, toutes comprises

entre -1 et $+1$, des polynomes U_p.

β. On a encore

(5) $$p U'_{p+1} = 2u(p+1)U'_p - (p+2)U'_{p-1}$$

et

(6) $$p(p+2)U_p = 3u\frac{dU_p}{du} + (u^2-1)\frac{d^2U_p}{du^2}.$$

γ. Les polynomes U_p se relient aux polynomes de Legendre. Si l'on cherche, en effet, à déterminer une fonction $f(u, z)$, telle que

$$f(u, z) = \Sigma U_p z^p,$$

il se trouve qu'en raison de la relation

(7) $$p U_p = u U'_p - U'_{p-1},$$

la fonction f est solution de l'équation aux dérivées partielles

(8) $$(u-z)\frac{\partial f}{\partial u} - z\frac{\partial f}{\partial z} = 0.$$

En conséquence,

$$f(u, z) = \psi\sqrt{\left(b + azu - \frac{az^2}{2}\right)}$$

et, par suite, les polynomes U_p s'obtiendront en faisant le carré du développement de Legendre $(1-2uz+z^2)^{-\frac{1}{2}}$.

Formules à employer. — On calculera F par les formules (2), (3) et (7), et son point d'application par le théorème des moments, qui donne ici

(9) $$X = a\sum_1^\infty \frac{U'_p}{U_{p+1}^2} : \sum \frac{U'_p}{U_p^2}.$$

PHYSIQUE. — *Variations du rayonnement de la lampe en quartz à vapeur de mercure avec le régime et la durée de fonctionnement.* Note [1] de M. A. Tian, présentée par M. Lippmann.

J'ai montré dans une Note précédente que la peroxydation de l'eau était provoquée par les radiations de longueurs d'onde très petites, les

[1] Présentée dans la séance du 24 juin 1912.

mêmes qui déterminent l'ozonisation de l'oxygène, et que la lumière émise par une lampe à mercure en quartz à bas régime électrique, renferme un groupe de ces rayons de longueur d'onde 1850 angströms environ.

On sait, d'autre part, que l'eau oxygénée et l'ozone sont décomposés énergiquement par la partie moyenne du spectre ultraviolet. Il est donc permis de penser que la propriété des lampes à vapeur de mercure à haute tension de ne déterminer que très peu l'ozonisation de l'air ([1]), comme leur faible pouvoir peroxydant sur l'eau ([2]), sont des effets d'une même particularité de leur rayonnement. On doit alors se demander si ces faits sont dus à une diminution, avec une tension d'alimentation croissante, de l'intensité des rayons générateurs, ou simplement à une prédominance sur ceux-ci des radiations qui ne sont que destructrices.

Je me suis proposé d'élucider cette question en étudiant la formation et la destruction du peroxyde d'hydrogène au sein de l'eau aérée, soumise au rayonnement d'une lampe portée à différents régimes électriques. Comme il est impossible pratiquement d'isoler les deux catégories de rayons sans les affaiblir beaucoup, j'ai déterminé simultanément les actions qu'ils exercent, en mesurant la vitesse de formation v et la vitesse de destruction V de l'eau oxygénée.

Ainsi que je l'ai montré ([3]), la décomposition du peroxyde d'hydrogène par la lumière étant une réaction monomoléculaire, on a, C désignant la concentration, et K une constante,

$$V = KC.$$

Si l'on se place dans des conditions rendant négligeable l'action sur l'eau oxygénée de l'ozone formé en même temps, action que je décrirai plus tard, on a

$$\frac{dC}{dt} = v - V = v - KC,$$

D'où, en intégrant,

$$\log \frac{v - KC_0}{v - KC_t} = Kt.$$

([1]) C. Fabry et H. Buisson, *Revue générale des Sciences*, 30 avril 1911.

Il semble bien que la question d'échauffement de l'air ne saurait être mise en cause pour expliquer la faible production d'ozone par les lampes à haut régime : ce gaz, transparent pour la presque totalité des radiations émises, ne peut s'echauffer sous la lampe qu'au contact même de la paroi de quartz.

([2]) A. Tian, *Comptes rendus*, 29 mai 1911.

([3]) *Comptes rendus*, 5 décembre 1910.

C_o et C_t étant les concentrations aux temps o et t. Deux expériences permettent de déterminer à la fois les deux vitesses.

On trouve que v et V croissent respectivement dans le rapport de 1 à 3 et de 1 à 100, lorsque la tension passe de 30 volts à 180 volts aux bornes de la lampe (modèle de 220 volts). En sorte que la concentration maxima, obtenue en partant d'eau pure

$$C_\infty = \frac{v}{K},$$

devient, pour 160 volts, à peine les 3 pour 100 de ce qu'elle est au bas régime. Ainsi le fait signalé trouve son explication, non par une diminution de l'intensité des rayons générateurs d'ozone et d'eau oxygénée, mais par un accroissement énorme de l'intensité de ceux qui ne sont que destructeurs de ces corps.

J'ai étudié plus complètement l'émission de l'arc au mercure, en photographiant son spectre ultraviolet extrême à différents régimes. J'ai employé un spectrographe entièrement en fluorine, placé dans le vide, et des plaques sans gélatine préparées suivant les indications de Schumann. La tension de la lampe allant en s'élevant, j'ai constaté les aspects suivants :

Aux très basses tensions, 23 à 25 volts pour une lampe devant supporter normalement 150 volts à ses bornes, on constate l'existence dans l'extrême ultraviolet d'une seule raie fine vers 1849 angströms. Cette raie paraît très intense : elle se dessine sur la plaque avant les fortes raies de la région 220-2400. Peu après, elle s'élargit et, pour une tension d'une trentaine de volts, on aperçoit dans sa partie médiane une raie d'absorption. La différence de potentiel augmentant encore, les deux bandes ([1]) limitant la raie inversée s'écartent et l'on a ainsi un espace vide de radiations dont la largeur croît rapidement, d'environ 0,2 angström par volt, tandis qu'apparaît sur le reste du spectre un fond continu qui vient renforcer les raies émises d'abord. L'absence de radiations dans le large vide créé dans le spectre extrême par l'inversion de la raie 1849 explique ainsi le faible accroissement de l'ensemble des radiations génératrices et, par suite, la prédominance des rayons purement destructeurs. Il est très probable que l'inversion de la raie

([1]) Sur de premières photographies avec des plaques ordinaires et de très longues poses, j'ai constaté (*Comptes rendus*, 29 mai 1911) la présence à la fois de ces deux bandes et de la raie non inversée. Il faut remarquer que ces impressions se produisaient *successivement* sur la plaque photographique, à mesure que la lampe, froide au début, allait en s'échauffant pour prendre son régime définitif.

1849, comme celle de quelques autres raies de l'arc au mercure, est due à la vapeur non lumineuse de ce corps qui, aux régimes poussés, entoure le filet central extrêmement brillant de l'arc au mercure.

Je dois signaler enfin une altération progressive de l'enveloppe de quartz des lampes à mercure.

Ce vieillissement des lampes à vapeur de mercure poussées a été déjà signalé par M. Bordier, H. Courmont et Nogier, tout récemment, par MM. D. Berthelot et MM. Gaudechon, et, d'autre part, infirmé par M. V. Henri (1). Les faits précédents, qui permettent de suivre quantitativement la marche du phénomène, mettent hors de doute son existence, et montrent qu'il se manifeste surtout pour la région des courtes longueurs d'onde. Cette particularité explique que l'énergie du rayonnement ultraviolet total puisse varier peu, après une longue durée de fonctionnement (2).

PHYSIQUE. — *Sur la conductibilité de la vapeur de sodium.* Note de M. L. **Dunoyer**, présentée par M. G. Lippmann.

L'étude de la conductibilité des vapeurs des métaux alcalins présente un intérêt particulier à plusieurs points de vue. La facilité extrême avec laquelle ils émettent des charges négatives par l'effet d'une élévation de température ou sous l'action de la lumière, et quand, en outre, ils sont chargés négativement, peut faire présumer que leurs vapeurs sont fortement conductrices, même sous des tensions électriques très inférieures à celles qui produisent la décharge disruptive. De plus, le fait qu'à cette aptitude particulière les métaux alcalins joignent la propriété de fournir de belles fluorescences quand leurs vapeurs sont traversées par un faisceau de lumière blanche (3), peut suggérer l'idée que cette fluorescence est liée à une conductibilité exceptionnelle. Le contrôle de cette idée est évidemment d'une importance capitale pour la théorie, à peine ébauchée, des phénomènes de fluorescence à l'état gazeux.

(1) Bordier, *Archives d'électricité médicale*, 1910, p. 396; Courmont et Nogier, *Comptes rendus*, 19 juin 1911; D. Berthelot et H. Gaudechon, *Comptes rendus*, 10 juin 1912; V. Henri, *Comptes rendus*, 14 août 1911.

(2) C. Fabry et H. Buisson, *Comptes rendus*, 10 juillet 1911.

(3) Sauf la vapeur de césium, beaucoup moins fluorescente que les trois autres, comme je l'ai montré antérieurement (*Comptes rendus*, t. 153, 1911, p. 333).

J'ai fait diverses expériences pour étudier la conductibilité de la vapeur de sodium. Une des principales difficultés de ce genre de recherches provient de l'action, de nature encore inconnue, mais vraisemblablement catalytique, qui se produit à la surface des électrodes plongées dans la vapeur. L'emploi d'électrodes de fer ou de nickel qui semblent rester inaltérées ne supprime pas ces difficultés. Le résultat de cette action est, en particulier, une dissymétrie considérable entre les courants que l'on recueille sur une électrode isolée suivant qu'elle est chargée positivement ou négativement par rapport à l'autre. Je décrirai ailleurs les différents appareils qui m'ont conduit à reconnaître cette influence des électrodes, constatée également par d'autres expérimentateurs. On peut dire toutefois que de cet ensemble de recherches résulte la conclusion que, *vraisemblablement*, la conductibilité de la vapeur de sodium ne doit pas être énormément plus grande que celle d'un gaz non ionisé.

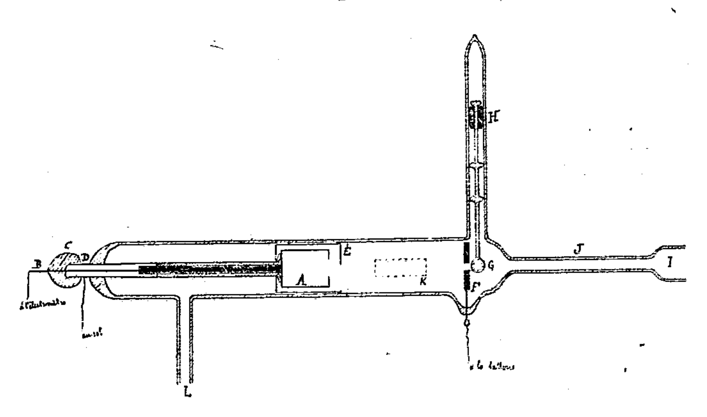
Dans une nouvelle série d'expériences, j'ai cherché à éliminer ces complications en utilisant pour cette étude le phénomène de projection matérielle rectiligne, d'origine purement cinétique, que j'ai décrit ici même [1]. Le sodium est amené à l'état de pureté, par distillation lente dans le vide de Crookes, dans un tube de verre I, dont la figure représente seulement une extrémité. Ce tube communique avec un autre M, par l'intermédiaire d'une partie étroite J, longue de 4^{cm} à 5^{cm} et large de 4^{mm} environ. Le tout est d'abord parfaitement vidé, puis le sodium est chauffé à une température comprise entre 250° et 400°. Il donne naissance, à travers le canal J, à un faisceau de projectiles matériels qui sont, selon toute vraisemblance, des molécules de sodium parties de l'espace I avec les vitesses correspondant à l'agitation thermique qui caractérise la température de cette vapeur. Si elle est spontanément ionisée, les ions qu'elle renferme doivent participer à la même agitation thermique avec la même énergie cinétique que les molécules, en vertu du principe d'équipartition. Un certain nombre de ces ions doivent donc faire partie du faisceau de projectiles, et, si l'on établit un champ électrique entre les électrodes E et F, les ions d'un seul signe doivent seuls continuer leur route. On pourra mesurer leur charge en recevant le faisceau dans un cylindre de Faraday A. Ce cylindre, relié à l'électromètre, et le cylindre de protection E, relié au sol, fonctionnent exactement comme dans le dispositif utilisé par M. Perrin, pour mettre en évidence la charge négative transportée par les rayons cathodiques.

---

(1) L. Dunoyer, *Comptes rendus*, t. 152, 1911, p. 593.

Le mode d'isolement du cylindre A est celui que j'ai déjà employé (¹) pour l'étude des charges émises dans l'obscurité par le rubidium, et que M. Henriot a employé avec avantage pour le même objet (²).

Ce cylindre est d'abord séparé du cylindre de protection E par un tube de verre. D'autre part, le fil de platine B, soudé à l'électrode A, sort de l'appareil à travers une perle de cristal C; cette perle est soudée sur un tube de platine D, lequel est lui-même soudé, avec du cristal, sur le tube de verre M. D est relié au sol et sert d'anneau de garde. Ce dispositif, facile à construire soi-même, a les avantages simultanés : 1° d'isoler aussi bien qu'avec de bons isolements à l'ébonite, quand la différence de potentiel entre les électrodes B et D ne dépasse pas 1 volt; 2° de permettre la réalisa-



tion des degrés de vide les plus parfaits qu'on sache actuellement atteindre; 3° de de rendre possible un chauffage jusque vers 130° à 150° sans que les précédentes conditions cessent d'être remplies et sans que les positions des électrodes se modifient, ce qui arrive si facilement avec des masticages même simplement tiédis; 4° d'être inattaquable par la plupart des corps, avantage précieux dans certains cas, comme celui des recherches sur les diélectriques liquides. On sait, en effet, que leur conductibilité varie énormément avec leur pureté et que, précisément, ils dissolvent toujours un peu des isolants tels que l'ébonite, la paraffine, etc., avec lesquels ils viennent en contact.

Une boule de verre G, manœuvrée de l'extérieur par une petite bobine magnétisante qui agit sur la pièce de fer H, permet d'obturer à volonté le trou pratiqué au centre de l'électrode F.

Tout l'appareil, sauf la perle de cristal P, qui doit être sèche et très propre, est enduit d'une forte couche d'un vernis noir, pour empêcher l'action de la lumière.

Dans ces conditions, le résultat des expériences est le suivant : *quel que soit le signe et l'intensité du champ qu'on établit entre les électrodes* E *et* F, *le*

(¹) L. Dunoyer, *Comptes rendus*, t. 150, 1910, p. 335.

(²) Henriot, *Thèse*, 1912.

flux rectiligne de particules matérielles qui viennent de la vapeur de sodium chaude n'apporte dans le cylindre de Faraday aucune charge.

Cette expérience me semble permettre de conclure nettement que *la conductibilité en volume de la vapeur de sodium* PURE *n'est pas d'un ordre de grandeur différent d'une conductibilité gazeuse ordinaire.*

Si l'on pratique dans l'enduit opaque qui recouvre le tube une petite fenêtre K éclairée, il arrive aussitôt des charges à l'électromètre. Mais la sensibilité extrême des dépôts de sodium pur à l'action de la lumière ne permet pas de conclure, dès maintenant, de cette expérience à une action directe de la lumière sur les particules matérielles pendant leur trajet rectiligne entre les électrodes.

ÉLECTRICITÉ. — *Contribution à l'étude des décharges oscillantes.* Note de **G. Millochau**, présentée par M. E. Bouty.

La méthode employée dans mes recherches antérieures sur la décharge oscillante dans les tubes de Geissler [1] ne permettait ni de faire varier facilement, ni de connaître exactement le potentiel de charge du condensateur. Pour les recherches actuelles, nous avons utilisé la grande batterie de 7500 accumulateurs du laboratoire de M. Bouty.

Le dispositif employé est le suivant :

Le condensateur étant chargé par l'intermédiaire d'une résistance à eau, un commutateur bipolaire permet de le décharger aussitôt dans un circuit comprenant la self-induction et le tube spectral.

L'image du capillaire du tube spectral est photographiée sur une pellicule tournante selon le dispositif précédemment décrit.

Tant que le potentiel V est inférieur à une certaine limite, la décharge se présente sous la forme d'une légère traînée, dont l'intensité croît avec le potentiel et dont la durée est sensiblement celle de la demi-période de la décharge devenue oscillante. Le tube a l'aspect unipolaire de la décharge continue et donne, au début, le spectre caractéristique de cette décharge. Mais, lorsque le potentiel atteint la limite précédemment indiquée, le spectre est celui qui correspond à la décharge oscillante normale.

Si le potentiel croît encore légèrement, une deuxième composante faible apparaît constituant la deuxième phase de la première oscillation; le tube est encore d'aspect dissymétrique, mais montre une légère gaine négative à l'électrode positive et un faible point positif à l'électrode négative. Lorsque le potentiel est suffisant, la deuxième

(1) *Comptes rendus*, 30 octobre 1911, p. 808.

composante devient presque égale en éclat à la première et le tube est désormais symétrique.

Si l'on continue à faire croître le potentiel, les oscillations suivantes se forment de la même manière que la première.

Le Tableau suivant contient le nombre n d'oscillations simples, obtenues avec divers tubes, en faisant varier : la capacité C, le potentiel V, la self-induction L et la distance explosive l (cette dernière dans un tube à 12 électrodes, disposé à cet effet, et contenant de l'azote).

V.	C.	l.	n. Observé.	n. Calculé.
		Tube employé.		
		Hydrogène du formiate de potasse chauffé.		
		Pression $6^{mm},9$; $L = 0,0008\,h$.		
12840	0,032	l constant $= 12^{cm}$.	6,0	6,0
12840	0,016		5,0	5,0
12840	0,064		7,0	6,7
9200	0,064		5,0	4,5
9200	0,032		4,6	4,0
9200	0,016		4,0	3,3
6420	0,064		3,0	2,8
6420	0,032		3,0	2,5
6420	0,016		2,0	2,1
		Même tube. $L = 0,009\,h$.		
12840	0,032	l constant $= 12^{cm}$.	6,0	6,0
12840	0,016		5,2	5,0
9900	0,032		5,0	4,4
9900	0,005		3,0	2,1
7000 (¹)	0,005		2,0	1,3
4000 (¹)	0,005		1,0	0,6
3300 (¹)	0,032		1,0	0,8
3850 (¹)	0,016		1,0	0,9
6420	0,064		3,0	2,8
6420	0,064		2,8	2,8
12840	0,064		6,2	6,7
9250	0,064		4,6	4,5

V.	C.	l.	n. Observé.	n. Calculé.
		Vapeur d'eau.		
		Pression $4^{mm},6$; $L = 0,009$.		
12840	0,005	l const. $= 12^{cm}$.	3,3	3,3
8400	0,005		1,6	1,6
6420	0,005		0,9	0,9
		Tube employé.		
		Azote de l'air désoxygéné, tube à 12 élect.		
		Pression $11^{mm},3$; $L = 0,009\,h$.		
12840	0,064	11,9	10,0	9,8
12840	»	25,0	6,0	5,9
12850	»	37,6	4,1	4,2
»	»	29,6	5,0	5,1
»	»	21,6	6,6	6,5
»	»	17,0	8,0	7,8
»	»	11,9	10,0	9,8
9600	»	»	7,0	6,9
7400	»	»	5,0	4,9
5600	»	»	3,3	3,3
9600	»	37,6	3,0	3,0
»	»	31,6	3,6	3,3
»	»	25,0	4,3	3,6
»	»	19,0	5,0	5,0
»	»	11,9	7,0	6,9
»	0,048	»	6,6	6,6
»	0,032	»	6,0	6,1
»	0,106	»	5,0	5,1
»	0,005	»	3,6	3,1

Ces résultats sont suffisamment représentés par les formules empiriques

(¹) n observé visuellement.

suivantes :

$$n = \left(\frac{V - V_0}{V_1}\right)\left(\frac{C}{C + C_0}\right), \qquad (1)$$

quand on ne change pas la distance des électrodes;

$$n = \left(\frac{V - V_0}{V_2}\right)\left(\frac{l_0}{l + l_0}\right), \qquad (2)$$

applicable au tube d'azote lorsque la distance explosive l varie.

Ces deux formules conduisent à la forme générale

$$n = \left(\frac{V - V_0}{V_a}\right)\left(\frac{C}{C + C_0}\right)\left(\frac{l_0}{l + l_0}\right). \qquad (3)$$

La dernière colonne du Tableau contient les valeurs de n calculées avec les formules (1) et (3) en employant les valeurs numériques suivantes des constantes :

	V_a.	V_1.	V_0.	C_0.	l_0.
Tube d'hydrogène....	»	1438	1800	0,0087	»
Tube d'azote.........	376,5	974	2000	0,0087	7,5 [1]
Tube de vapeur d'eau.	»	1055	4000	0,0087	»

(V exprimé en volts, C en microfarads, l en centimètres.)

Deux bobines de self-induction ont été employées, l'une d'environ 0,009 henry, l'autre d'environ 0,0008, cette variation a été sans influence sur le nombre des oscillations, lorsque les autres conditions restaient les mêmes.

On voit que le nombre d'oscillations semble pouvoir croître indéfiniment avec le potentiel; pour un potentiel V donné, il croît avec la capacité C, décroît avec la distance explosive l; mais, si C tend vers l'infini et l vers zéro, la valeur de n tend rapidement vers la limite $\frac{V - V_0}{V_a}$.

CHIMIE PHYSIQUE. — *La loi d'action de masse.* Note de M. **Ph.-A. Guye**, présentée par M. Georges Lemoine.

1. Plusieurs Notes récentes, insérées dans les *Comptes rendus* [2] ont appelé l'attention sur la *loi d'action de masse*, considérée comme rigou-

[1] La longueur de la partie capillaire du tube est de 6cm,5.

[2] A. Colson, *Comptes rendus*, t. 154, 1912, p. 1420 et 1589; H. Le Chatelier, *Id.*, p. 1563; J. Carvallo, *Id.*, p. 1590.

reuse par la plupart des auteurs de manuels de Chimie physique, mais que quelques savants ne regardent cependant que comme une loi approchée.

Il me paraît utile de rappeler que M. Washburn [1] a démontré en 1910, par une méthode thermodynamique, au premier abord un peu compliquée, les équations générales de l'équilibre chimique à température constante. Ces équations ne prennent une forme accessible à l'expérience que si l'on fait une hypothèse sur la relation fonctionnelle entre la pression p et le volume v pour le système considéré.

Si l'on admet que cette relation est $pv = RT$, soit l'équation des gaz parfaits, on retrouve rigoureusement la loi d'action de masse ; et encore, n'est-il même pas nécessaire que le système suive la loi de Gay-Lussac ($p = KT$) ; *pour qu'un système suive la loi d'action de masse, sous sa forme classique, il faut et il suffit que chacune des substances participant à la réaction suive les lois de Mariotte et d'Avogadro.*

Dans les limites des erreurs d'expériences, toutes les observations qui servent à vérifier la loi d'action de masse sur les systèmes gazeux, satisfont à cette double condition; il en est de même pour les systèmes constitués par des solutions étendues. Si parfois l'expérience est en défaut, les écarts doivent donc être attribués certainement à des causes perturbatrices, notamment aux actions de parois dans le cas des belles recherches de M. Lemoine et de M. Bodenstein.

2. Si le système considéré suit une loi plus compliquée que $pv = RT$, les formules de l'équilibre perdent leur simplicité. M. Washburn en a donné un exemple en développant la relation générale dans le cas où la fonction entre p, v et T est de la forme $p(v - d) = RT$. On est alors conduit à une équation différente de celle qui exprime la loi d'action de masse, soit

$$RT \log \text{nat}(p_A^a\, p_B^b \ldots / p_M^m\, p_N^n \ldots) = \text{const.} - \Sigma \pm a p_A d_A,$$

dans laquelle le dernier terme représente l'expression

$$a p_A d_A + b p_B d_B + \ldots - m p_M d_M - n p_N d_N - \ldots.$$

Dans le cas de gaz parfaits, tous les termes d sont nuls; par suite $\Sigma = 0$, et l'on retrouve la loi d'action de masse; il faut en conclure que le terme Σ

(1) E.-W. Washburn, *J. Chim. phys.*, t. VIII, 1910, p. 384 et suivantes. Cet auteur considère la réaction générale : $aA + bB + \ldots \rightleftarrows mM + nN + \ldots$; les pressions partielles des corps en réaction sont : $p_A, p_B, \ldots, p_M, p_N, \ldots$.

différera d'autant plus de zéro que les corps participant à la réaction s'écarteront davantage et différemment des lois de Mariotte et d'Avogadro; mais pour de faibles écarts, ou pour des écarts analogues, ce terme sera nul ou négligeable.

L'équation de Van der Waals, et les équations d'état plus compliquées qu'on en dérive, conduiraient vraisemblablement à des expressions analytiques différant encore davantage de la formule usuelle de la loi d'action de masse.

Mais il est très probable qu'au point de vue numérique les résultats différeraient peu de ceux fournis par la relation classique, car celle-ci se vérifie encore avec une assez grande exactitude dans le cas des systèmes liquides, pourtant très condensés, et n'obéissant plus aux lois de Mariotte et d'Avogadro (1). J'en citerai ici deux exemples.

Premier exemple. — La limite d'éthérification x de 1^{mol} d'acide acétique en présence de m molécules d'alcool éthylique à 150°, calculée par la loi d'action de masse, concorde bien avec l'expérience (2) :

m...........	0,05	0,18	0,33	0,50	1,00*	2,00	8,00
x calculé.....	0,05	0,17	0,31	0,42	0,667*	0,85	0,95
x observé....	0,05	0,17	0,29	0,41	0,667*	0,86	0,97

La vérification est certainement étendue, les quantités m et x variant dans les rapports de 1 à 160 et de 1 à 19.

Les données marquées * servent au calcul de la constante d'équilibre et ne constituent donc pas une vérification.

Deuxième exemple. — Connaissant l'équilibre $(H^2O) \rightleftarrows 2H^2O$ dans la phase vapeur à 80°, 100°, 120°, on peut calculer, par la loi d'action de masse, le coefficient d'association x dans la phase liquide aux mêmes températures (3); ces valeurs concordent

(1) Il ne faut cependant pas perdre de vue que si la loi d'Avogadro ne se vérifie plus dans l'état liquide, la loi de Mariotte s'applique aux pressions osmotiques, en première approximation, dans des limites de concentration très étendues (Morse, Frazer, etc.); les propriétés des liquides sont également représentées, en première approximation, par la formule de Van der Waals qui diffère peu de la relation des gaz parfaits.

(2) Calcul des expériences de Berthelot et Péan de Saint-Gilles, reproduit par Nernst (*Theor. Chem.*, 1909, p. 459), d'après Guldberg et Waage et d'après Van 't Hoff; consulter, dans le même ouvrage, un autre exemple relatif à la dissociation de l'acétate d'amyle liquide (p. 461).

(3) PH.-A. GUYE, *Trans. Faraday Society*, t. VI, 1910, p. 4. D'autres vérifications analogues seront publiées ultérieurement.

assez bien avec celles déduites des tensions superficielles et de la formule de MM. Dutoit et Mojoin :

Températures	80°	100°	120°
x (loi d'action de masse)	1,90	1,86	1,82
x (tensions superficielles)	2,07	1,96	1,85

Conclusions. — 1° La loi d'action de masse, sous la forme usuelle, ne s'applique *théoriquement*, en toute rigueur, qu'à des systèmes dont *toutes* les substances participant à la réaction suivent les lois de Mariotte et d'Avogadro; 2° les relations certainement plus compliquées régissant les équilibres dont toutes les substances ne satisfont pas à cette double condition, tels les systèmes condensés formés par des liquides concentrés, doivent cependant conduire à des résultats *numériquement très voisins* de ceux donnés par la formule usuelle de la loi d'action de masse, ainsi que le prouve l'expérience.

Ces conclusions se confondent, sous une autre forme, avec celles énoncées par M. Le Chatelier et montrent aussi que, tant qu'on n'aura pas augmenté considérablement la précision des expériences qui servent à contrôler la loi d'action de masse, celle-ci restera un guide très sûr dans l'étude des équilibres à température constante.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Densité et compressibilité du chlorure de nitrosyle.* Note de M. **Eugène Wourtzel**, présentée par M. G. Lemoine.

Sur la proposition de M. Ph.-A. Guye, j'ai entrepris la détermination exacte du poids du litre normal à 0° du chlorure de nitrosyle NOCl, dont la connaissance est importante pour le contrôle du poids atomique du chlore.

La méthode adoptée est celle des ballons, telle qu'elle est pratiquée depuis plusieurs années au laboratoire de Chimie théorique de l'Université de Genève, consistant à peser deux ou trois ballons, vides et remplis simultanément à 0° sous la même pression; des mesures ont été faites sous des pressions très voisines de 720^{mm} et 287^{mm} pour pouvoir calculer le coefficient d'écart à la loi de Mariotte.

Pour parer à l'attaque des lubrifiants et du mercure par le gaz NOCl, des précautions spéciales ont été employées qui seront décrites dans un Mémoire détaillé. Je me borne à indiquer ici qu'entre les ballons et le manomètre à mercure était intercalé un tampon d'air sec qui fonctionnait

de façon à éviter à la fois l'attaque du mercure et toute rentrée d'air dans les ballons.

Le gaz NOCl a été préparé de deux manières différentes : 1° par réaction du sel marin sur les cristaux des chambres de plomb (Tilden, Girard et Pabst); 2° par union directe des deux gaz NO et Cl^2 (Gay-Lussac), méthode dont l'étude a été reprise récemment [1], et que j'ai modifiée en faisant réagir le gaz NO sur le chlore liquide à —78°. Dans les deux cas, le gaz NOCl a été purifié par cristallisations et distillations fractionnées, dans des appareils entièrement construits en verre soudé.

Les valeurs du poids du litre brut de gaz NOCl, réduit à 0° et sous 760^{mm} de mercure, par les formules des gaz parfaits, sont consignées dans les deux tableaux suivants; elles sont corrigées de la contraction des ballons par le vide et de la réduction au vide des poids marqués, mais pas de l'écart à la loi de Mariotte entre la pression de fermeture (720^{mm} ou 287^{mm}) et la pression normale de 760^{mm}.

I. — *Poids du litre de gaz* NOCl *sous* 720^{mm}.

Numéro de l'expérience.	Ballons. I. Capacité $565^{cm^3},25$.	II. Capacité $385^{cm^3},01$.	III. Capacité $349^{cm^3},60$.	Méthode de préparation du gaz.
I.......	2,9879	2,9879	»	Girard et Pabst.
II......	»	2,9881	2,9890	Gay-Lussac.
III.....	2,9877	2,9877	2,9888	Gay-Lussac.
IV.....	2,9879	2,9884	2,9871	Gay-Lussac.
V......	2,9885	2,9881	2,9904	Gay-Lussac.
VI.....	2,9881	»	2,9866	Girard et Pabst.
Moy.	2,9880	2,9880	2,9884	

La moyenne générale est $2^g,9981$.

II. — *Poids du litre de gaz* NOCl *sous* 287^{mm}.

Numéro de l'expérience.	Ballons I.	III.	Méthode de préparation du gaz.
I...............	2,9455	2,9480	Gay-Lussac
II..............	2,9463	2,9473	Gay-Lussac
III.............	2,9465	2,9453	Gay-Lussac
Moyenne...	2,9461	2,9469	

La moyenne générale est $2^g,9465$.

(1) BOUBNOFF et GUYE, *J. Chim. phys.*, 1911, t. IX, p. 290; Briner et Pylkof (recherches inédites).

Pour déduire de ces données le poids L du litre normal de gaz ($0°$, 760^{mm}, latitude de 45°, niveau de la mer), il faut calculer d'abord le coefficient d'écart à la loi de Mariotte; dans ce but, j'ai admis que le produit pv est une fonction linéaire de $\frac{1}{v}$, d'où l'on déduit $A_0^1 = 0,02395$ et, par suite, $L = 2^g,9919$.

Le poids moléculaire du gaz NO Cl, par rapport à l'oxygène ($O^2 = 32$, $A_0^1 = 0,00096$, $L' = 1^g,4290$), est alors :

$$M = 32 \frac{L(1 - A_0^1)}{L'(1 - A_0'^1)} = 65,456,$$

tandis que, d'après les poids atomiques modernes ($N = 14,008$, $Cl = 35,460$), on calcule $M = 65,468$.

La différence entre les deux valeurs n'est que de $\frac{1}{5500}$; elle est à la limite des erreurs expérimentales.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la viscosité des solutions.* Note de M. C. **Chéneveau**, présentée par M. Haller.

J'ai étudié la viscosité de solutions de corps qui présentent des propriétés intéressantes pour l'action de la lumière, tels que l'alcool éthylique, l'acide sulfurique, l'acide azotique.

Pour mesurer la viscosité relative (ou viscosité par rapport à celle de l'eau prise comme unité), je me suis servi d'un viscosimètre, basé sur la loi de Poiseuille, dans lequel j'ai cherché à éliminer l'influence des variations de température (¹).

On fait écouler, en principe, un même volume de liquide et d'eau par un tube capillaire et l'on peut démontrer facilement que si η_1 et η_2 sont les coefficients absolus de viscosité pour le liquide et l'eau, ρ_1 et ρ_2 les densités de la solution et de l'eau, T_1 et T_2 les temps d'écoulement pour chaque liquide, on a :

$$\frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{\rho_1}{\rho_2} \frac{T_1}{T_2}.$$

Il est donc important, ce que j'ai réalisé, de déterminer le temps d'écoulement et la densité à la même température. Si l'on représente alors graphiquement (²) les résultats, pour les trois corps précédents, en portant en abscisses

(¹) Voir Kling, *Thèse*, p. 35, Paris, 1905.

(²) On trouvera ces courbes dans un Mémoire présenté au Congrès de l'Association française pour l'avancement des sciences, Nîmes, 6 août 1912.

les teneurs p en corps dissous pour 100g de dissolution et en ordonnées les viscosités relatives η, on obtient des courbes qui ne montrent aucune discontinuité, ni aucun point singulier, si le tracé est fait en tenant compte des erreurs maxima possibles; mais ces courbes présentent toutes trois, comme les courbes d'indices de réfraction des solutions des mêmes corps $n = f(p)$, un point remarquable qui est un maximum, ainsi que l'indique le tableau suivant; ce tableau montre également que si l'on admet la formation d'hydrates, ceux indiqués par la viscosité sont en général différents de ceux indiqués par la réfraction.

Corps expérimentés.	Formules correspondant aux maxima.	
	Réfraction.	Viscosité.
C^2H^6O	C^2H^6O, H^2O (1)	$C^2H^6O, 3H^2O$
SO^4H^2..........	SO^4H^2, H^2O	SO^4H^2, H^2O
AzO^3H..... ...	$AzO^3H, 1,5H^2O$	$AzO^3H, 2H^2O$

Il faut donc admettre, ou bien que les hydrates en solution ne sont en réalité que des mélanges ou des associations moléculaires, ou bien que les divers agents physiques, par exemple la lumière et le frottement interne, ont une action totalement différente.

Quoi qu'il en soit, indépendamment de toute hypothèse, la viscosité, comme l'action de la lumière, ne paraît pas indiquer, dans les solutions de corps facilement hydratables, un grand nombre de composés.

Et, peut-être à cause de dispositions expérimentales insuffisantes, je pense qu'on abuse un peu du nombre de combinaisons possibles entre le corps dissous et le solvant. Cette conclusion est, d'ailleurs, appuyée par les expériences antérieures de M. Tsakalatos (2), qui n'a trouvé, en général, pour les solutions d'acides gras dans l'eau, à l'aide de la viscosité, que des maxima correspondant à la formule $R - CO^2H, H^2O$. M. E. Baud (3) a également montré que la viscosité des solutions aqueuses de pyridine passe par un seul maximum pour une proportion de pyridine et d'eau correspondant à la formule $C^5H^5Az, 2,5H^2O$.

(1) Ces maxima se déplacent un peu avec la température sans que les formules changent beaucoup au point de vue chimique.

(2) *Comptes rendus*, t. 146, 1908, p. 1146.

(3) *Comptes rendus*, t. 148, 1909, p. 96.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les alliages du platine avec l'aluminium.* Note de M. **Chouriguine**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Le platine s'allie bien facilement avec la plupart des métaux, et en particulier il donne différents alliages avec l'aluminium. Mais la préparation de ces derniers est bien difficile à cause du grand dégagement de chaleur qui se produit en fondant simultanément ces deux métaux ensemble, et de l'oxydation de l'aluminium, lequel se couvre facilement d'une couche Al^2O^3, ce qui empêche la réaction.

Pour obtenir mes alliages, je me suis servi d'un four électrique à résistance, système M. Tammann, dans lequel je pouvais atteindre et même dépasser la température de fusion du platine. Mes fontes ont été faites dans des creusets en magnésie que je préparais moi-même.

Pour éviter un brusque dégagement de chaleur, qui pourrait amener une perte de l'alliage par projection, j'ai commencé par fondre l'aluminium dans lequel j'introduisais ensuite petit à petit du fil de platine de 1^{mm} d'épaisseur et pesé autant que possible en un seul morceau.

Enfin, pour garantir l'aluminium contre l'oxydation, j'en ai pris le poids voulu en un seul morceau que j'ai trempé dans une solution de LiCl, puis je l'ai ensuite fait doucement sécher. La surface du métal fut ainsi couverte d'une couche blanche de LiCl qui la préservait parfaitement de l'oxydation.

En travaillant de cette façon, je n'ai jamais constaté une perte bien sensible après chacune de mes fontes. Pour mes expériences, je prenais toujours 10^g d'alliage.

Je n'ai pu déterminer le diagramme de solidification que jusqu'à 1460°, au-dessus de cette température, le tube en quartz devient tellement attaqué et les enregistrements sont si incertains, que je ne pouvais plus continuer mes expériences.

L'étude thermique des alliages en question donne un diagramme de solidification d'aspect bien simple.

Les alliages riches en aluminium au-dessous de 10 pour 100 de platine laissent déposer des cristaux d'aluminium, et la courbe de solidification commençante baisse légèrement à partir du point de fusion de l'aluminium A jusqu'au point B, où ensuite se dépose l'eutectique à 9 pour 100 de platine et à 639°.

Composition.		Début de solidification.	Fin de solidification.	Point de transformation.	Transformation de l'état solide.
Al	Pt............	657	»	»	»
5	95............	648	639	»	»
10	90............	639	639	»	547
20	80............	695	635	»	543
30	70............	741	635	»	551
40	60............	788	643	»	»
50	50............	972	639	772	»
60	40............	1072	648	790	»
70	30............	1164	»	787	»
80	20............	1457	»	»	»
90	10............	»	»	»	»

L'examen micrographique de ces alliages montre, sur un fond blanc d'aluminium, des petites lamelles d'eutectique contenant des cristaux d'aluminium et le composé $PtAl^3$.

Ce système d'alliages de couleur blanche est très malléable, mou, et se laisse bien polir et travailler. La dureté de l'aluminium et celle de l'eutectique étant sensiblement différentes, j'ai pu examiner au microscope et même photographier ces alliages au bas relief sans application d'une attaque quelconque.

A partir du point B, la courbe de refroidissement monte progressivement jusqu'à 787° au point de transmission C. Au-dessus de cette température, le composé n'étant pas stable, il se transforme en liquide C et en une combinaison plus riche en platine, qui se dépose le long de la branche CD.

Par l'examen microscopique des alliages au-dessus de 10 pour 100 de platine, on constate l'apparition des cristallites de composé défini $PtAl^3$ dont la quantité augmente régulièrement jusqu'à 70,4 pour 100 de platine.

Ces alliages conservent toujours leur couleur blanche, mais ils deviennent plus durs et j'ai constaté le maximum de dureté dans les alliages voisins du composé $PtAl^3$, lesquels sont cassants et se laissent facilement pulvériser.

L'alliage, correspondant à 70,4 pour 100 de platine, est parfaitement homogène et a pour formule $PtAl^3$.

Pour prouver l'existence du composé défini $PtAl^3$, en outre de l'étude thermique et de l'examen micrographique, j'ai fait l'analyse chimique :

En dissolvant dans l'acide chlorhydrique étendu (5 pour 100) mes alliages de 10 pour 100 jusqu'à 70 pour 100 de platine, j'ai pu facilement isoler de jolis cristaux de dendrites octaédriques de couleur noir violet, qui avaient en différents endroits une couleur jaune d'or quand on les regardait au microscope sous une lumière oblique. Après plusieurs analyses des cristaux ainsi isolés, j'ai trouvé la composition correspondant à la formule $PtAl^3$ (d'après la théorie $Pt = 70,5$ pour 100; trouvé $Pt = 70,4$ pour 100; 70,6 pour 100; 69,2 pour 100).

Le composé $PtAl^3$ ne s'altère pas à l'air et ne se dissout pas dans les acides ordinaires à froid, et je me suis servi de cette dernière propriété pour isoler les cristaux du composé d'aluminium en traitant mes alliages par l'acide chlorhydrique étendu. Pour l'analyser, je l'ai attaqué par l'eau régale, puis évaporé à sec, repris par l'eau dans laquelle j'ai ajouté deux parties d'alcool absolu et j'ai précipité par NH^4Cl.

Au delà de 70 pour 100 de platine, la courbe de solidification commençante monte rapidement, et à 80 pour 100 de platine elle atteint 1460°, température jusqu'à laquelle je suis arrivé dans mes expériences.

L'examen microscopique de ces alliages, fait après une attaque au $FeCl^3$ (50 pour 100), met en évidence des cristaux caractéristiques, d'un nouveau constituant plus riche en platine, qui ont l'aspect de longues bandes blanches, inattaquables par $FeCl^3$ tandis que les cristaux du composé $PtAl^3$ s'altèrent sous l'influence de ce réactif.

Ce qui est caractéristique dans ces alliages, c'est qu'ils sont colorés en jaune, bien que les métaux constituants soient de couleur blanche. Le phénomène de coloration apparaît spontanément à 70 pour 100 de platine et disparaît entièrement aux environs de 90 pour 100 de platine, où la couleur des alliages devient de nouveau franchement blanche.

En outre de cette coloration jaune, ces alliages sont très cassants et fragiles; ils se décomposent en une poudre cristalline bronzée après avoir bouilli dans l'acide chlorhydrique concentré. L'analyse chimique de cette poudre m'a donné des teneurs en platine très discordantes (Pl = 90,4 pour 100; 93,3 pour 100; 92,7 pour 100 et 89,5 pour 100), et je ne pouvais pas en déduire une formule convenable.

En augmentant la teneur en platine jusqu'à 90 pour 100, j'ai obtenu des alliages blancs, malléables, inattaquables par les acides, excepté l'eau régale, et qui donnent, après une attaque de 15 minutes, une belle structure pareille à la structure de Widmanstetten.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'acide chloreux.* Note de M. **Lasègue**, présentée par M. Henry Le Chatelier.

L'existence de l'acide chloreux a été annoncée en 1843 par Millon ([1]), puis par Schiel, Carius et Brandau, dans des solutions aqueuses de gaz que Garzarolli Thurnlackh a démontré être des mélanges à proportions

([1]) Millon, *Annales*, 3e série, t. VII, 1843, p. 298.

variables de chlore et de peroxyde de chlore. Plus récemment, Bray [1], en étudiant des mélanges complexes provenant de l'action du peroxyde de chlore sur les alcalis, a conclu à l'existence de l'acide chloreux. Nous avons pu obtenir ce corps à l'état de solution aqueuse pure par l'action de l'acide sulfurique sur le chlorite de baryum.

Nous nous sommes tout d'abord procuré du chlorite de plomb, en utilisant la méthode indiquée par Millon [2], que nous rappellerons en quelques mots :

Le peroxyde de chlore préparé en réduisant l'acide chlorique par l'acide tartrique est reçu dans de l'eau, la solution est neutralisée par la baryte; le liquide, filtré pour le séparer du carbonate de baryum, est précipité par le nitrate de plomb; on obtient ainsi un précipité jaune cristallin de chlorite de plomb dont la solubilité dans l'eau est comparable à celle du chlorure. Ce sel, traité par le carbonate de baryum en présence d'eau, donne une solution de chlorite de baryum qui, filtrée, était précipitée de nouveau par le nitrate de plomb; le sel de plomb ainsi purifié, retraité par le carbonate de baryum, donnait une solution pure de chlorite de baryum.

Une prise d'essai de cette solution de chlorite de baryum était titrée par pesée du précipité qu'elle donne avec le nitrate de plomb, le dosage était effectué en milieu alcoolique ; une autre prise était décomposée par une dissolution étendue et titrée $\frac{n}{10}$ d'acide sulfurique.

Dès l'addition de l'acide, on obtient le précipité de sulfate de baryum et la liqueur reste incolore, elle ne tarde pas à présenter une teinte jaune manifestant le début de sa décomposition, à la température de 15° au bout d'euviron 1 minute et de 10 minutes vers 0°.

La liqueur incolore a été neutralisée par la quantité de baryte $\frac{n}{10}$ égale à la quantité d'acide sulfurique précédemment employée; le dosage de l'acide chloreux, effectué sur cette liqueur, et de la même façon que précédemment, a fourni des nombres variant de 98 à 100 pour 100 de la quantité d'acide chloreux en expérience.

Ainsi que nous l'avons dit plus haut, la solution d'acide chloreux, abandonnée à elle-même, ne tarde pas à se décomposer. Dans la solution entièrement décomposée et neutralisée par la baryte, le chlore se partage en quatre portions : chlorate, chlorite, hypochlorite et chlorure de baryum.

Dans une première prise d'essai, nous avons dosé l'acide chloreux par la méthode indiquée plus haut.

---

(1) Bray, *Zeitschr. anorg. Chem.*, t. XLVIII, 1906, p. 217.

(2) Millon, *loc. cit.*

Une seconde prise a été mise en présence d'iodure de potassium et d'acide chlorhydrique, l'iode libéré et provenant du chlorite + hypochlorite a été dosé à l'aide d'une liqueur titrée d'hyposulfite de sodium. En déduisant de cette quantité celle provenant du chlorite seul et calculée d'après le dosage précédent on obtenait l'hypochlorite seul.

Enfin dans une troisième prise le chlorite et l'hypochlorite étaient transformés en chlorure à l'aide d'une solution employée sans excès d'un arsénite alcalin. Le dosage du chlore effectué par le nitrate d'argent donnait le chlore provenant de chlorure + chlorite + hypochlorite. Les deux derniers étaient connus, en les retranchant on obtenait le chlorure seul.

La liqueur filtrée, séparée du précipité de chlorure d'argent, réduite par le nitrite de sodium redonnait à l'état de chlorure, facile à titrer par l'azotate d'argent, toute la portion de chlore contenue dans la liqueur primitive à l'état de chlorate.

Cette analyse nous a donné les résultats suivants :

Pour 100 parties de chlore primitivement à l'état d'acide chloreux après décomposition et traitement à la baryte, on trouve :

A l'état de chlorure	13,1
A l'état d'hypochlorite	11,92
A l'état de chlorate	37,48
A l'état de chlorite	37,34
	99,84

La formule

$$4ClO^2H = 2H^2O + 3ClO^2 + Cl$$

rend compte de ce mode de décomposition; après saturation par la baryte, on voit que deux portions égales de chlore et correspondant aux $\frac{3}{8}$ de la totalité sont respectivement à l'état de chlorite et de chlorate et que deux autres portions de $\frac{1}{8}$ sont à l'état de chlorure et d'hypochlorite.

La décomposition d'une solution étendue d'acide chloreux est assez lente, au bout de 4 heures, dans une solution à $2^g,64$ de Cl^2O^3 au litre, la décomposition avait atteint 70 pour 100 de l'acide à la température de 17°.

CHIMIE. — *Sur les gaz de l'aluminium.* Note (1) de MM. **Marcel Guichard** et **Pierre-Roger Jourdain**, présentée par M. Henry Le Chatelier.

Les travaux de Dumas, de Kohn-Abrest (2) ont indiqué déjà la nature des gaz qu'on rencontre ordinairement dans l'aluminium.

---

(1) Présentée dans la séance du 1er juillet 1912.

(2) Dumas, *Comptes rendus*, t. 90, 1880, p. 1027. — Kohn-Abrest, *Thèse*, 1911.

En étudiant divers échantillons d'aluminium plus ou moins altérés, nous avons observé des variations curieuses dans les proportions de ces gaz. Les échantillons qui nous ont servi ont des provenances diverses. Plusieurs d'entre eux (A, D, E, F) ont été pris sur des ustensiles de l'armée ayant été en service dans les corps de troupe, ou ayant séjourné dans les magasins. Quelques-uns d'entre eux renfermaient des teneurs appréciables en cuivre que M. Ducru a eu l'obligeance de nous communiquer; ainsi l'on a: 2,75 pour 100 de cuivre dans le métal A; 2,9 dans B; 2,62 dans E qui renferme aussi 0,3 de fer.

Toutes nos expériences ont été faites en chauffant le métal divisé dans des tubes de verre d'Iéna afin d'éviter sûrement tout gaz parasite.

Chacune d'elles a toujours été prolongée plusieurs jours et l'on a mesuré la vitesse du dégagement des gaz à la fin de l'expérience, suivant la technique qui nous a servi pour l'étude des gaz de divers métaux ([1]).

Cette vitesse finale de dégagement était ordinairement de quelques centièmes de millimètre de mercure par heure, à 550° dans un appareil de 500^{cm^3} environ.

Donnons d'abord quelques résultats :

	A. Al d'un tambour décapé à l'émeri.	B. Al d'une plaque lavée 3 heures à CS^2 bouillant.	C. Al d'une plaque amalgamée puis altérée par l'air pendant 1 an.	D. Al d'un couvercle de marmite de 4 hommes, réformée après 10 ans, décapé à l'émeri.
Poids utilisé	32,196 g	79,08 g	35,667 g	6,152 g
	cm³	cm³	cm³	cm³
Gaz total pour 10g...	0,3	0,19	6,1	11,4
CO^2...............	0,02	0,02	4,0	3
CO................	0,03	0,02	0,7	0,2
CH^4...............	0,03	0,02	} 1,35	1,7
H...............	0,18	0,12		6,4
Az................	0,03	0,01		0,1

On voit que la quantité totale des gaz dégagés sous l'influence de la chaleur, dans le vide, dans les mêmes conditions, croît avec l'altération du métal; les aluminiums sains A et B donnent extrêmement peu de gaz.

Le fait le plus remarquable qui ressort de la comparaison des analyses est la variation de la teneur centésimale du gaz en acide carbonique; on a en effet :

	A.	B.	C.	D.
CO^2 (pour 100)..........	8,28	10	65	26

([1]) M. Guichard, *Bull. Soc. chim.*, 4e série, t. II, 1912, p. 49 et 100.

Les métaux altérés fournissent beaucoup plus de gaz carbonique que les métaux à surface saine, et le métal C, qui avait été à peine décapé, donne la plus grande teneur relative.

Ces faits s'expliquent, en admettant que le gaz carbonique est en partie un gaz dissous dans le métal et, en partie, un gaz de la surface, fixé sur l'alumine formée par l'action de l'air sur le métal.

Ceci s'accorde avec nos recherches antérieures (1) qui ont montré la présence constante de gaz carbonique dans l'alumine formée par oxydation spontanée de l'aluminium amalgamé.

La chaleur seule élimine difficilement la totalité des gaz, même par une action prolongée, et un moyen plus sûr de les obtenir est de faire dans le vide une réaction chimique qui transforme le métal en une combinaison. Nous avons déjà obtenu ainsi des résultats pour l'étude des gaz du cuivre.

L'exemple suivant montre l'intérêt de cette méthode de travail :

Le métal D ayant été purgé de gaz jusqu'à ce qu'il ne donne plus que $0^{mm},23$ d'augmentation de pression par heure et ayant fourni ainsi $11^{cm^3},4$ pour 10^g, a été transformé en iodure dans un tube scellé, suivant une technique qui ne peut être décrite ici (2).

Après ouverture dans le vide on a extrait $8^{cm^3},9$ de gaz renfermant : $CH^4 = 0,3$; $H = 8,3$; $Az = 0,3$.

Ce gaz ne contenait ni acide iodhydrique, ni anhydride carbonique, ce qui montre que ce dernier gaz était entièrement parti sous l'influence de la chaleur.

L'étude des gaz tirés des aluminiums très altérés provenant de certains ustensiles de l'armée est rendue difficile par la présence d'un peu de graisse que nous n'avons pas pu faire disparaître entièrement.

Ces échantillons, qui ont fait l'objet d'une intéressante étude de M. Le Chatelier, sont altérés dans toute l'épaisseur du métal dont les cellules ont une tendance à se séparer (3).

Entre les joints des cellules, il a pu se former un peu d'alumine, qui retient énergiquement par adsorption toutes les substances qui viennent à son contact.

Après épuisement au sulfure de carbone, à l'acétone, ou à l'éther pendant plusieurs heures, cet aluminium donne toujours dans le vide un léger dégagement de gouttelettes huileuses.

Ces métaux ont donné les gaz suivants :

---

(1) Pierre-Roger Jourdain, *Comptes rendus*, 14 juin 1910.

(2) Marcel Guichard et Pierre-Roger Jourdain, *Bull. Soc. chim.*, 4e série, t. XI, 1912.

(3) Le Chatelier, *Comptes rendus*, t. 152, 1911, p. 650.

	E. Fond de couvercle de marmite de 3^l lavé à CS^2 bouillant 4^h30^m.	F. De même lavé 2^h à l'acétone et à l'éther.
Poids total	61^g,850	25^g
Gaz pour 10^g................	21^{cm³},31	26^{cm³}
CO^2......................	8,2	8,3

Nous avons déterminé, dans une expérience de contrôle, l'influence de la graisse sur la nature des gaz dégagés des aluminiums gras, et nous avons constaté que ces gaz renferment des carbures plus riches en carbone que le méthane.

Pour les échantillons E, F dont le dégraissage s'est montré impossible, la combustion eudiométrique, faite sur des portions de gaz extraits à différentes températures, a donné parfois une différence sensible entre la contraction calculée pour un mélange de méthane et d'hydrogène et la contraction observée. Exemple : contr. calc. $11^{cm^3},4$, obs. $10^{cm^3},4$; calc. $11^{cm^3},12$, obs. $10^{cm^3},5$.

Nous pensons que les gaz tirés d'un tel aluminium peuvent renfermer un peu de carbures d'hydrogène et aussi d'acide carbonique, et d'oxyde de carbone provenant de la graisse.

En résumé, les gaz extraits des aluminiums plus ou moins altérés proviennent en partie de la masse du métal, en partie de la surface recouverte d'alumine.

Parmi ces derniers, le gaz carbonique est celui qui subit les variations les plus remarquables.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur une nouvelle détermination du poids atomique de l'uranium.* Note de M. **Paul Lebeau**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Le poids atomique de l'uranium actuellement admis, sur les indications de la Commission internationale des poids atomiques, est 238,5, nombre déduit par W. Richards et B.-S. Merigold (1) du rapport $UBr^4 : 4\,AgBr$.

Malgré l'écart notable, entre cette valeur et celles résultant des déterminations

(1) W. Richards et B.-S. Merigold, *Zeit. für anorg. Chemie*, t. XXXI, 1902, p. 235.

antérieures, dont les limites extrêmes étaient 239 et 240, on ne peut mettre en doute la plus grande exactitude de cette dernière évaluation du poids atomique de l'uranium, pour laquelle toutes les précautions les plus minutieuses ont été prises. On doit cependant reconnaître que les difficultés que présentent la préparation du bromure uraneux pur et son analyse rendent cette méthode particulièrement délicate. Elle nécessite une grande habileté expérimentale et ne peut être efficacement utilisée que par des savants ayant, comme W. Richards et ses collaborateurs, une connaissance approfondie de la technique de ces sortes de déterminations. Aussi, tout en admettant la perfection des expériences de ces auteurs, avons-nous pensé qu'il serait intéressant d'examiner, dans le cours de recherches que nous poursuivions sur la chimie de l'uranium, si les propriétés de certains composés de ce métal ne permettraient pas une évaluation plus facile de son poids atomique.

L'étude que nous avons faite du nitrate d'uranyle $(NO^3)^2UO^2, 2H^2O$ a démontré (¹) que les deux molécules d'eau que ce sel renferme doivent être considérées comme étant de l'eau de constitution. On peut donner à ce composé la formule suivante dans laquelle l'uranium est hexavalent :

$$(NO^3)^2U(OH)^4 \ (^2).$$

A partir de 100° ce corps se scinde sans élimination d'eau, en donnant de l'acide azotique et de l'acide uranique $UO^2(OH)^2$ mais, à la température ordinaire, sa stabilité est telle qu'il peut être maintenu dans le vide, soit en présence de potasse fondue, soit en présence d'un corps aussi avide d'eau que l'anhydride phosphorique, sans subir de variation de poids même après plusieurs semaines. Ce corps dont la composition est rigoureusement connue et dans lequel l'uranium est uni à l'hydrogène, l'oxygène et l'azote, c'est-à-dire à des éléments dont les poids atomiques sont généralement choisis comme base, nous a paru réunir toutes les conditions exigibles pour servir à une telle détermination.

En partant d'un poids déterminé de ce nitrate, on peut, en le réduisant par l'hydrogène, produire la quantité correspondante d'oxyde uraneux. Le rapport $(NO^3)^2UO^2, 2H^2O : UO^2$ étant ainsi connu, on en déduit le poids moléculaire de l'oxyde uraneux et par suite celui de l'uranium.

Le nitrate d'uranyle a été préparé, soit en partant directement de la pechblende, soit du jaune d'urane du commerce. Après une purification chimique faite avec soin, il a été en outre dissous dans de l'eau distillée très pure et soumis à un grand nombre de cristallisations dans des réci-

---

(¹) P. Lebeau, *Comptes rendus*, t. 154, 1912, p. 1612 et 1808.

(²) L'hexavalence de l'uranium a été nettement établie par l'existence d'un hexafluorure d'uranium UF^6, composé parfaitement défini, préparé par Otto Ruff en 1909 (*Ber. chem. Gesell.*, t. XLII, p. 495).

pients de platine. Nous publierons ultérieurement un Mémoire dans lequel nous décrirons en détail nos diverses opérations et nous nous limiterons ici à fournir quelques indications sur la marche suivie pour une détermination.

Le nitrate d'uranyle pur à 6^{mol} d'eau est d'abord desséché sur l'acide sulfurique, puis dans le vide sur l'anhydride phosphorique de manière à perdre environ 4^{mol} d'eau. Le produit est ensuite finement pulvérisé et placé dans une nacelle de platine, disposée elle-même dans une autre plus grande. Cette dernière, qui est munie d'un couvercle, est perforée dans ses parois verticales extrêmes afin d'y permettre le passage des gaz. Les deux nacelles sont alors mises dans un dessiccateur de forme spéciale, portant un robinet à trois voies, destiné à le mettre en communication, soit avec une pompe à mercure Moulin, soit avec un appareil desséchant pour la rentrée de l'air sec.

La pesée du nitrate est faite en plaçant l'ensemble des deux nacelles et du couvercle dans un tube de verre à fermeture rodée. Un autre tube de même volume est disposé sur l'autre plateau de la balance. Les différences de poussées ne portent ainsi que sur les variations des poids utilisés pour chaque essai. Les erreurs en résultant sont évaluées et les nombres que nous donnons plus loin sont les nombres corrigés. On considère le poids du nitrate comme exact, lorsqu'après plusieurs pesées faites en laissant séjourner la matière dans le vide phosphorique pendant des périodes de 10 à 24 heures, ce poids reste constant.

Pour effectuer la réduction du nitrate, on place les nacelles couvertes sur une lame de platine, légèrement courbée, à laquelle est fixé un fil de ce même métal suffisamment rigide pour permettre de pousser le tout au milieu d'un tube de porcelaine de Berlin chauffé électriquement à l'aide d'un petit four à résistance. Un pyromètre thermo-électrique Le Chatelier donne à chaque instant la température.

La réduction à l'état d'oxyde uraneux doit être opérée au-dessus de 1000° pour fournir un oxyde de composition constante. Nous avons toujours chauffé à 1100° ou même à 1150°. L'oxyde ainsi obtenu possède une teinte d'un brun clair et non la coloration noire qu'on lui a parfois attribué à tort dans ces dernières années. On a soin de modérer l'action de la chaleur au début, afin d'éviter une décomposition trop rapide du nitrate, qui entraînerait fatalement des projections. Dans une opération bien conduite, on ne doit voir aucune trace de matière sur le couvercle des nacelles. On maintient au moins 2 heures à 1100°-1150° et on laisse ensuite refroidir sans interrompre le courant d'hydrogène. On pèse, puis on procède à une nouvelle chauffe dans l'hydrogène afin de vérifier si la réduction a été complète. Ainsi se trouve déterminé le poids d'oxyde uraneux provenant d'un poids exactement connu du nitrate $(NO^3)^2 HO^2, 2 H^2 O$. Nous avons réuni nos résultats dans le Tableau ci-dessous :

Expérience.	Poids du nitrate $(NO^3)^2 UO^2, 2 H^2 O$.	Poids de UO.	Rapport $\frac{(NO^3)^2 UO^2, 2 H^2 O}{UO^2}$.	Poids moléculaire de UO^2.	Poids atomique de l'uranium.
1.......	0,9657	0,6067	1,59172	270,48	238,48
2.......	1,6038	1,0077	1,59154	270,56	238,56
3.......	1,8226	1,1451	1,59165	270,51	238,51
4.......	2,1934	1,3783	1,59136	270,64	238,64
5.......	2,7473	1,7262	1,59153	270,57	238,57
6.......	3,9402	2,4755	1,59167	270,50	238,50

Si l'on écarte l'expérience 4, on constate une concordance très satisfaisante entre les cinq autres déterminations. Cette concordance remarquable a pu être atteinte, grâce à la simplicité de la méthode choisie et à la stabilité réelle à la température ordinaire du nitrate d'uranyle $(NO^3)^2 UO^2, 2H^2O$. Il nous est permis de conclure, sans qu'il soit nécessaire de s'appuyer ici sur une moyenne, que le nombre 238,5 représente bien la valeur très approchée du poids atomique de l'uranium.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le dosage électrolytique du manganèse et sa séparation avec le fer.* Note de M. **Henri Golblum** et Mlle **Hélène Gunther**, présentée par M. A. Haller.

I. La séparation quantitative du manganèse et du fer présente un très grand intérêt pratique (analyses des minerais du manganèse, des aciers ou ferromanganèses, etc.).

Il semble que la séparation électrolytique de ces deux métaux doive posséder un très grand avantage sur les méthodes d'analyse usuelles; cependant, les difficultés d'exécution sont nombreuses et la plupart des méthodes proposées ne donnent pas le degré de précision voulu. L'inconvénient le plus grave réside d'une part dans le caractère impropre au traitement subséquent du dépôt anodique de MnO^2, et d'autre part dans la propriété de retenir des quantités assez notables de fer, lorsqu'on veut le séparer de ce métal.

Ces considérations ont amené Classen à établir une méthode permettant de déposer tout le fer à la cathode tout en évitant la précipitation simultanée du manganèse sur l'anode, mais qu'il jugea dépourvue de valeur pratique, car elle ne conduit pas directement au dosage du manganèse.

Nous avons entrepris l'étude, à la température employée par Classen (80°), de l'électrolyse de solutions contenant à la fois du manganèse et du fer à l'état de sulfates, en présence d'oxalate d'ammonium et fortement agitées grâce à l'emploi d'une électrode tournante.

Ces recherches nous ont permis d'établir que le phénomène observé par Classen (¹) peut, dans certaines conditions, être complètement inversé, en ce sens que c'est le manganèse qui précipite quantativement à l'anode, tandis que le fer ne se dépose qu'en très petite quantité à la cathode.

De plus, le dépôt de manganèse, parfaitement adhérent et homogène, ne

(¹) *Quant. Anal. durch Elektr.*; 5. Aufl.

contenait que de très petites quantités de fer qui n'ont jamais dépassé $0^{mg},5$, ce que nous avons pu établir par les essais colorimétriques faits sur la dissolution du dépôt calciné et pesé de Mn^3O^4.

II. Nous avons pu constater, au cours de nos essais, que la précipitation du manganèse dépendait essentiellement de la densité du courant. La précipitation électrolytique du manganèse serait donc déterminée par la différence de vitesse de précipitation par le courant électrique et la vitesse de dissolution du dépôt de MnO^2 dans un milieu réducteur tel que l'oxalate d'ammonium chauffé à 80° [1].

De plus, en étudiant cette réaction avec le manganèse seul, nous avons remarqué que le dépôt de MnO^2 ne commençait à se former qu'au bout de quelques minutes, tandis que la solution devenait fortement colorée par le permanganate formé. Le dépôt était d'ailleurs d'un tout autre aspect et ressemblait bien à ceux décrits par la plupart des chimistes. Après la calcination et même pendant le lavage, il se détachait facilement en paillettes des parois du vase de platine. C'est donc la présence du fer, même en très petite quantité, qui lui donne la propriété précieuse d'être adhérent avant et après la calcination, par suite d'une action dépolarisante, produite par les sels ferreux à l'anode.

Cette action réductrice des sels ferreux à l'anode peut d'ailleurs être maintenue par la réduction subséquente de ces sels à la cathode.

III. La densité du courant a une très grande influence sur la pureté du dépôt de MnO^2. Tandis qu'avec un courant de 2^{amp} et 3 volts et une vitesse de rotation de 700 tours à la minute, nous n'avons trouvé que de $0^{mg},2$ à $0^{mg},5$ de fer pour $0^g,1$ de manganèse; avec une intensité double et une rotation de 1050 tours, nous avons constaté des quantités de fer dépassant 1^{mg}.

Une très vive agitation ralentit notablement cette précipitation. Ceci tient sans doute aux phénomènes particuliers qui se produisent au voisinage immédiate de l'anode, notamment à l'élimination rapide des produits d'oxydation supérieure, tel que le permanganate, dont on voit nettement la formation à l'anode et qui certainement, par une action secondaire, forme avec les sels manganeux du MnO^2. Ce permanga-

---

(1) Tous nos essais ont été faits avec 100^{cm^3} de solution contenant des quantités variables de fer et de manganèse, et 10^g d'oxalate d'ammonium portée à une température de 80°. Une capsule de platine de Classen dépolie nous servait d'anode, et la cathode, adaptée à un système rotatif, avait la forme d'une petite capsule avec plusieurs ouvertures et était montée sur une tige en platine iridiée.

nate, par une très vive agitation, est transporté au sein de la solution fortement réductrice et est de la sorte ramené à l'état primitif de sel manganeux. Il existe donc une densité de courant dont les limites sont assez étendues pour que le manganèse se dépose quantitativement et *dans la mesure du possible*, exempt de fer. La limite inférieure allant jusqu'à $0^{amp},5$ détermine la précipitation complète du manganèse. La limite supérieure ne dépassant pas 2^{amp} permet d'obtenir un dépôt de MnO^2 ne contenant pas plus de 5 pour 1000 de fer. Cette correction est d'ailleurs très facile à établir avec précision par un essai colorimétrique qui ne dure que quelques minutes. Avec un courant de 2^{amp} et la rotation de 700 tours, nous sommes arrivés à déposer complètement $0^g,1$ de manganèse en une heure. La liqueur décantée contenant la majeure partie de fer en solution peut être directement soumise dans une autre capsule à l'action du courant électrique. La somme du poids de fer déposé à l'électrode tournante pendant la première opération et du poids de fer déposé ensuite sur une nouvelle électrode donnera le fer total.

La méthode que nous proposons permet donc de doser le manganèse très exactement en 1 heure à 1 heure 30 minutes, ce qui présente un réel avantage sur la plupart des autres méthodes proposées jusqu'à ce jour.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Préparation catalytique, par voie humide, des éthers-sels issus des cyclanols et des acides organiques*. Note de MM. **J.-B. Senderens** et **J. Aboulenc**, présentée par M. G. Lemoine.

Dans des Communications précédentes (1), nous avons exposé une méthode de préparation des éthers-sels dérivés des alcools forméniques et des acides organiques, consistant à soumettre le mélange bouillant d'alcool et d'acide à l'influence catalytique du sulfate d'alumine anhydre, du bisulfate de potassium et de l'acide sulfurique. Les meilleurs résultats sont fournis par l'acide sulfurique, et c'est avec cet acide que nous avons songé à éthérifier les mélanges de cyclanols et d'acides organiques.

Nous avions prévu que cette éthérification pourrait offrir des difficultés. L'un de nous, en effet, a montré que les cyclanols, mis à bouillir avec 3 à 4 pour 100, en volume, de SO^4H^2, se transformaient totalement en cyclènes (2). Il y avait, dès lors, tout lieu de croire que la même transformation s'effectuerait, au moins partiellement, en présence des acides organiques.

Par ailleurs, nous avons reconnu que les éthers des cyclanols se décomposaient eux-mêmes, à l'ébullition, sous l'influence de l'acide sulfurique agissant comme cata-

---

(1) J.-B. Senderens et J. Aboulenc, *Comptes rendus*, t. 152, p. 1671 et 1855; t. 153, 1911, p. 881.

(2) J.-B. Senderens, *Comptes rendus*, t. 154, 1912, p. 1168.

lyseur. L'acétate de méta-méthylcyclohexyle, par exemple, additionné de 3 pour 100, en volume, de SO^4H^2, et mis à bouillir, durant 1 heure, dans un appareil à reflux, est transformé, pour près de $\frac{1}{4}$, en méthylcyclohexène et acide acétique.

Il fallait donc s'attendre à ce que, dans l'action catalytique de SO^4H^2 sur le mélange bouillant de cyclanol et d'acide organique, l'éther-sel, s'il parvenait à se former, serait accompagné d'une proportion considérable de cyclène.

C'est en effet ce que nous avons constaté en faisant bouillir pendant 30 minutes, dans un ballon communiquant avec un réfrigérant ascendant, un mélange de cyclohexanol (1^{mol}) et d'acide acétique cristallisable (2^{mol}) [1], additionné de 3 pour 100, en volume, de SO^4H^2. Le cyclohexanol avait disparu, mais il s'était formé, en même temps que de l'acétate de cyclohexyle, une proportion de cyclohexène qui s'élevait aux 30 pour 100 environ du cyclohexanol employé.

Les trois méthylcyclohexanols ont donné, avec l'acide acétique, des résultats semblables, que nous avons encore retrouvés en remplaçant, vis-à-vis de ces alcools, l'acide acétique par ses homologues supérieurs.

Nous avons essayé de réduire la dose de SO^4H^2 à 2 et 1 pour 100; mais, s'il y avait moins de cyclènes, les rendements en éthers étaient bien moins satisfaisants qu'avec 3 et 4 pour 100 de catalyseur.

Il semblait donc, d'après ces expériences, que notre méthode d'éthérification, qui réussit si bien avec les alcools de la série grasse, serait, vis-à-vis des cyclanols, d'une application peu pratique. En réalité, il n'y avait qu'une légère modification à apporter au mode opératoire, et c'est l'acide formique, que nous n'avions pas encore essayé, qui nous apprit dans quelles conditions les cyclanols devaient s'éthérifier :

Lorsque, à 1^{mol} de cyclohexanol on ajoute 2^{mol} d'acide formique du commerce, titrant 98,5 pour 100, et qu'après avoir agité le mélange on l'abandonne à la température ordinaire, il reste absolument limpide, du moins pendant quelques heures. Mais, si l'on ajoute à ce mélange 3 à 4 pour 100, en volume, de SO^4H^2, il se trouble aussitôt et se sépare rapidement en deux couches, dont la supérieure est constituée par du formiate de cyclohexyle mêlé d'acide formique qu'il sera très facile d'éliminer, mais sans cyclohexène.

De même, pour les mélanges des trois méthylcyclohexanols et d'acide formique, l'addition de 3 à 4 pour 100 de SO^4H^2 les éthérifie à froid, instantanément et en totalité, sans production de méthylcyclohexènes.

---

(1) Avec 1^{mol} d'acide organique, l'éthérification des cyclanols, en présence de SO^4H^2, est très incomplète.

On pouvait conclure des résultats fournis par l'acide formique, que l'éthérification des cyclanols par les homologues de cet acide, en présence de SO^4H^2, devait se produire et être totale à des températures bien inférieures à celles où les cyclènes commencent à se former, et que, par conséquent, on éviterait la production de ces derniers carbures en chauffant aussi peu que possible les mélanges de cyclanol et d'acide, au lieu de les porter à l'ébullition, selon la technique habituelle de notre procédé.

En opérant tout d'abord à la température ordinaire, nous avons constaté que les mélanges des cyclanols (1^{mol}) avec 2^{mol} des acides acétique et propionique, en présence de 4 pour 100, en volume, de SO^4H^2, avaient laissé déposer, après 24 heures, une couche aqueuse qui indiquait une éthérification d'environ 40 pour 100 du cyclanol pour le premier acide, et de 25 pour 100 pour le second. Dans le même temps et les mêmes conditions, l'éthérification était beaucoup moins avancée pour les mélanges des cyclanols avec les acides butyrique, isobutyrique, isovalérique, car il n'y avait pas de couches superposées dans ces mélanges qui étaient restés limpides.

Après quelques tâtonnements, il nous a paru que la température de 100°-110°, était la plus favorable à l'éthérification des mélanges précédents, la dose de SO^4H^2 étant, en volume, de 3 pour 100 par rapport au volume total du mélange cyclanol-acide, et ne devant pas dépasser 4 pour 100, sous peine d'avoir, en quantité notable, des produits de destruction. Avec ces doses de catalyseur, et en se maintenant durant 1 heure, à 100°-110°, la production de cyclène est négligeable, et l'on obtient pratiquement, en éther cyclique chimiquement pur, les 90 pour 100 environ du rendement théorique par rapport au cyclanol employé.

Jusqu'ici, les cyclanols étaient éthérifiés, soit avec des chlorures d'acides qui donnaient des produits assez complexes, soit avec les anhydrides dont la réaction, pour être à peu près totale, exigeait un chauffage d'au moins une vingtaine d'heures. Cela suffit pour montrer les avantages du nouveau procédé, dont il nous restera à exposer les applications que nous en avons faites à la préparation d'éthers non encore décrits ou à la rectification des constantes physiques pour un certain nombre d'éthers déjà connus.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'eau oxygénée sur l'acétothiénone et l'acide α-thiophénique.* Note de M. **Maurice Lanfry**, présentée par M. Haller.

I. Dans les essais d'oxydation de l'acétothiénone, j'ai fait réagir l'eau oxygénée, à froid ou à l'ébullition, à des concentrations variées, sur des solutions acétiques diluées de la cétone.

L'oxydation a pour résultat la destruction de la molécule thiophénique. La marche peut en être facilement suivie par le dosage de l'acide sulfurique formé aux dépens du soufre du noyau.

A froid l'action oxydante n'est pas très énergique, même pour le perhydrol à 100^{vol}.

A l'ébullition, elle est beaucoup plus rapide, et, jusqu'à une certaine limite, la proportion d'acétothiénone détruite augmente à la fois avec la quantité d'oxygène actif disponible et la concentration de l'eau oxygénée employée.

Les chiffres suivants permettront de voir dans quelle mesure :

Durée d'oxydation.	Volume d'oxygène actif disponible pour 1g de cétone.	Concentration de l'eau oxygénée.	Proportion d'acétothiénone détruite.
m	cm³	vol	Pour 100
30	500	10	15,2
60	500	10	29,5
90	500	10	33,3
75	505	20	45,2
60	1000	17,5	40,9
60	2000	50	57,3
60	2000	100	58,9

De cette acétothiénone détruite on ne retrouve que de l'acide sulfurique et une matière résineuse fluide, généralement orangée.

Quant à la portion de l'acétothiénone dont la molécule n'a pas été complètement brisée, on la retrouve inaltérée. Elle a été identifiée par son point d'ébullition, par le point de fusion et la teneur en soufre de sa phénylhydrazone.

Aucun des essais effectués n'a fourni trace d'acide thiénylglyoxylique ni d'acide thiophénique, qui sont les produits ordinaires d'oxydation de l'acétothiénone. Il est probable que l'acétothiénone est détruite avant d'avoir pu fournir l'acide thiénylglyoxylique. Hollemann [1] a pu, en effet, transformer totalement cet acide en acide thiophénique par l'action d'eau oxygénée à 100^{vol}.

Un des essais effectués avec de l'eau oxygénée à 10^{vol} a fourni un produit liquide, jaune, d'odeur d'acétothiénone, et dont la phénylhydrazone diffère nettement de celle de l'acétothiénone par sa forme cristalline et son point de fusion, situé vers 233°, en même temps que par une plus grande stabilité. Malgré des tentatives répétées,

---

(1) *Rec. Trav. chim. Pays-Bas*, t. XXIII, p. 169.

je n'ai pu obtenir ce corps une seconde fois. La faible quantité dont je disposais ne m'a pas permis d'en déterminer la composition.

II. L'acide α-thiophénique se comporte vis-à-vis de l'eau oxygénée comme l'acétothiénone, à cette différence près qu'il résiste mieux à l'action de l'agent oxydant dilué. Pour des concentrations de l'eau oxygénée supérieures à 20^{vol}, la destruction de la molécule thiophénique est presque aussi rapide que dans le cas de l'acétothiénone.

Durée d'oxydation.	Volume d'oxygène actif disponible pour 1g d'acide.	Concentration de l'eau oxygénée.	Proportion d'acide thiophénique détruit.
m	cm³	vol	Pour 100
60	500	10	3,4
60	2000	25	36,25
60	4000	25	35,15
120	2250	100	74,15

J'ai retrouvé inaltéré l'acide thiophénique qui n'a pas été complètement brûlé. Je n'ai pu déceler, dans la solution oxydée, ni acide oxalique, ni aucun acide à chaîne ouverte. L'oxydation ne fournit probablement que de l'acide carbonique.

On obtient en outre, comme avec tous les produits thiophéniques, une petite quantité de matières gommeuses d'odeur aromatique.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la constitution des aloïnes de l'Aloès du Natal.* Note de M. **E. Léger**, présentée par M. Jungfleisch.

En 1899 (1), j'ai retiré d'un échantillon d'Aloès du Natal deux aloïnes: 1° la *nataloïne* déjà signalée par Flückiger (2); 2° son homologue inférieur, l'*homonataloïne*. A ces deux aloïnes, j'avais attribué les formules $C^{16}H^{18}O^7$ et $C^{15}H^{16}O^7$. A la suite de nouvelles recherches, j'ai été amené à remplacer ces formules par les suivantes : $C^{23}H^{26}O^{10}$ pour la nataloïne et $C^{22}H^{24}O^{10}$ pour l'homonataloïne (3). M. Klaveness (4) n'ayant pu retrouver l'homonataloïne, j'ai soumis à un examen attentif un nouvel échantillon d'Aloès du Natal que je dois à la générosité de MM. Hearon, Squire et Francis, de

(1) *Comptes rendus*, t. 128, p. 1401.
(2) *Archiv der Pharm.*, 1872, p. 11.
(3) *Soc. chim.*, 3e série, t. XXVII, p. 1224.
(4) Klaveness, *Inaugural Dissertation*, Berne, 1901.

Londres et, comme dans mes premières expériences, j'ai pu scinder la masse des aloïnes obtenue de cet Aloès en deux fractions : la première, la plus abondante et la moins soluble dans l'alcool à 60°, étant constituée par l'homonataloïne.

Analyse. — Trouvé : $C = 58,38$; $H = 5,75$. Calculé pour $C^{22}H^{24}O^{10}$: $C = 58,98$; $H = 5,35$.

La seconde, la plus soluble, était identique à la nataloïne.

Analyse. — Trouvé : $C = 59,30$; $H = 5,80$. Calculé pour $C^{23}H^{26}O^{10}$: $C = 59,74$; $H = 5,62$.

Les nataloïnes brutes ayant servi à obtenir les produits analysés ont été préparées à l'aide de l'acétone. Afin de rendre plus comparables mes résultats avec ceux de Klaveness, qui employait l'alcool à l'extraction des aloïnes brutes, j'ai fait une nouvelle préparation de nataloïnes, en utilisant l'alcool à 90°.

De ces nataloïnes brutes, j'ai pu encore extraire, par cristallisation avec l'alcool à 60°, deux aloïnes, la moins soluble ayant la composition de l'homonataloïne.

Analyse. — Trouvé : $C = 58,17$; $H = 5,87$. Calculé pour $C^{22}H^{24}O^{10}$: $C = 58,98$; $H = 5,35$.

De ces faits, il résulte que l'aloïne de l'Aloès du Natal n'est pas un composé homogène, mais renferme au moins deux aloïnes qui diffèrent entre elles par une teneur en carbone de 1 pour 100 environ.

Hydrolyse de l'homonataloïne. — Dans ces expériences, j'ai employé la fraction des aloïnes qui se dépose en premier lieu de l'alcool à 60°, fraction constituée principalement par l'homonataloïne.

L'opération, conduite à peu près comme dans le cas de la barbaloïne [1], m'a permis d'obtenir un sirop incolore qui a été traité par la benzylphénylhydrazine, ce qui a donné lieu à une abondante cristallisation de benzylphénylhydrazone. Celle-ci a été purifiée et j'en ai retiré un sucre qui s'est montré identique à l'arabinose-*d*.

Arabinose-d de l'homonataloïne. — Ce sucre fut identifié par son point de fusion et son pouvoir rotatoire, ainsi que par le point de fusion de sa benzylphénylhydrazone. Celle-ci, qui est très peu soluble dans l'alcool, fond à

(1) Les détails opératoires seront décrits dans un autre Recueil.

169°,9 (corrigé), la benzylphénylhydrazone de l'arabinose-*d* fondant à 170°.

Le point de fusion du sucre de l'homonataloïne est de 152°,3 à 153°,3 (corrigé), celui de l'arabinose-*d* étant 159°.

Pouvoir rotatoire. — $0^g,2576$ de substance ont été dissous dans 15^{cm^3} d'eau, à la température de + 20°. La solution, examinée dans un tube de 2^{dm}, a donné une déviation $a = -3°, 53$; d'où $[\alpha]_D = -102°,7$.

Ces chiffres montrent que le sucre de l'homonataloïne est bien l'arabinose-*d*. Comme tous les pentoses, il donne du furfurol, lorsqu'on le chauffe avec SO^4H^2 dilué. La solution dans H Cl concentré se colore en violet, lorsqu'on la chauffe en présence d'orcine; la coloration passe au bleu par addition d'éther.

Afin de compléter l'identification du sucre de l'homonataloïne, j'ai comparé ce sucre avec l'arabinose-*l* et avec le sucre de la barbaloïne, en déterminant les pouvoirs rotatoires de ces trois sucres dans les mêmes conditions de température et de dilution. Voici, sous forme de Tableau, le résumé de ces observations :

Sucre de la barbaloïne..................	$[\alpha]_D = -102°,2$
Sucre de l'homonataloïne................	$[\alpha]_D = -102°,7$
Arabinose-*l*..........................	$[\alpha]_D = +102°,6$

Je n'ai pas encore cherché à obtenir le sucre de la nataloïne; mais si l'on songe que l'homonataloïne et la nataloïne fournissent, par leur dédoublement, la même méthylnataloémodine, que toutes deux donnent du furfurol quand on les chauffe avec SO^4H^2 dilué, il y a beaucoup de présomption pour que les deux aloïnes aient une constitution analogue et renferment le même sucre.

Les faits précédemment décrits étant acquis, on peut se demander si, au moins, l'une des aloïnes de l'Aloès du Natal n'est pas formée par condensation, avec élimination d'eau, de l'arabinose-*d* avec la méthylnataloémodine. Cette hypothèse conduirait à admettre pour cette aloïne la formule $C^{21}H^{20}O^9$, laquelle exige C = 60,54 et H = 4,87 pour 100. Or, dans le cas le plus favorable, celui de la nataloïne, j'ai trouvé : C = 59,33 ; 59,46; 59,30; H = 5,78; 5,89, 5,80. Tschirch et Klaveness(¹) ont obtenu comme moyenne de quatre analyses : C = 59,53; H = 5,92. Il y a donc là une

(¹) *Archiv der Pharm.*, t. CCXXXIX, p. 234.

différence de 1 pour 100 en moins sur le carbone, qui ne permet pas d'adopter l'hypothèse ci-dessus mentionnée.

Ce que nous pouvons dire, dès maintenant, c'est que les aloïnes du Natal renferment, dans leur molécule, un dérivé d'une méthylanthraquinone et l'arabinose-*d*. Cette molécule est, du reste, assez instable; c'est ainsi que la réaction qui donne naissance à l'arabinose-*d* ne m'a pas permis d'isoler la dioxyméthoxyméthylanthraquinone, si facile à obtenir par l'action de Na^2O^2 sur les aloïnes de l'Aloès du Natal.

D'autres groupements doivent participer à l'édification de la molécule de ces aloïnes; ces groupements restent à déterminer; mais ce qui est définitivement établi, c'est que les aloïnes de l'Aloès du Natal sont, comme la barbaloïne et l'isobarbaloïne, des glucosides dérivés de l'arabinose-*d*.

BOTANIQUE. — *A propos du* Diplopsalis lenticula *Bergh*. Note de M. **J. Pavillard**, présentée par M. Guignard.

Les Notes récentes de L. Mangin (1), venant à la suite des observations d'Ove Paulsen (2), ont ramené l'attention des spécialistes sur l'intéressant Dinoflagellé découvert en 1880 dans les mers danoises, et désigné par Bergh sous le nom de *Diplopsalis lenticula*.

Le *Diplopsalis lenticula* de Bergh est une espèce printanière que j'ai récoltée plusieurs fois en mai et juin dans l'étang de Thau et dans la Méditerranée.

Dans sa description originale, Bergh mentionne la taille réduite, mais constante (largeur 40^μ-43^μ), la forme parfaitement lenticulaire des deux valves, la coloration rosée du cytoplasme, l'absence de chromatophores, enfin l'énorme développement des crêtes longitudinales bordant l'area ventrale.

La tabulation seule, document caractéristique du genre, est restée méconnue jusqu'ici, parce que tous les systématiciens ont attribué au *D. lenticula* une foule d'échantillons qui n'ont rien à voir avec l'espèce de Bergh.

Celle qui lui ressemble le plus en a été judicieusement séparée par L. Mangin sous le nom de *Peridiniopsis asymetrica*; elle possède en commun

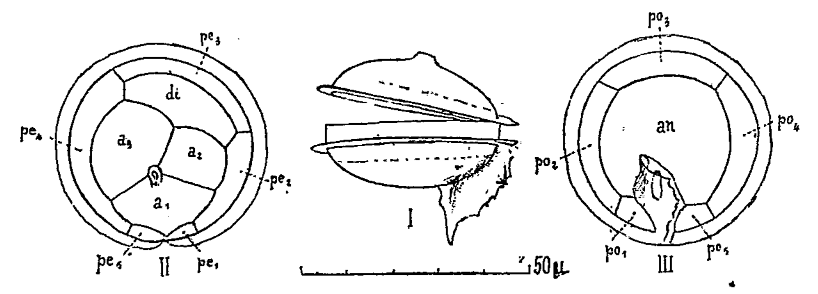
(1) L. Mangin, *Comptes rendus*, Paris, 3 juillet et 9 octobre 1911.

(2) Ove Paulsen, *The Peridiniales of the danish waters*, Copenhague, 1907.

avec *Diplopsalis* la forme parfaitement lenticulaire des valves et la coloration rose du cytoplasme; mais elle est beaucoup plus grande (largeur moyenne 70^{μ}-80^{μ}); les crêtes longitudinales sont bien moins saillantes et dépassent à peine le plan tangent au sommet de l'hypovalve; enfin la tabulation est toute différente.

Dans le *Diplopsalis lenticula*, le pore flagellaire est accompagné de deux crêtes très inégales. Du côté droit existe un bourrelet à peine saillant; à gauche, la crête prend une ampleur inusitée; elle descend très près du centre de la valve, où elle s'épaissit en une sorte de piquant vertical mesurant 12^{μ} à 13^{μ} de hauteur. Cette crête est dentée au bord; elle est fortement tordue en cornet, de manière à masquer entièrement le pore flagellaire et la plus grande partie de l'area ventrale.

La carapace des *Diplopsalis* se compose de 9 plaques à l'épivalve et 6 à l'hypovalve.



Diplopsalis lenticula Bergh. — I, carapace ouverte; II, valve apicale (vue un peu excentriquement); III, valve antapicale.

Nous suivrons ici la méthode de numération préconisée par Kofoid [1]; dans chaque étage les plaques seront numérotées de 1 à *n*, dans le sens (invariable) d'enroulement du flagelle transversal.

L'épivalve comprend : 5 plaques pré-équatoriales (*pe* 1 à 5), 3 plaques apicales (*a* 1 à 3), y compris la soi-disant plaque en losange ; enfin, une large plaque intercalaire dorsale (*di*), séparée du bord de la valve par la plaque *pe* 3 très surbaissée.

L'hypovalve comprend aussi 5 plaques post-équatoriales (*po* 1 à 5) et une vaste plaque antapicale unique, irrégulièrement quadrangulaire.

La carapace est finement ponctuée dans toute son étendue; les sutures présentent une striation transversale assez nette.

La constitution de l'hypovalve rappelle le *Peridinium Paulseni* Mangin, mais la structure de l'épivalve diffère de toutes celles qui ont été décrites jusqu'à présent.

Par suite de la réduction du nombre des apicales, la plaque apicale antérieure (plaque en losange des auteurs) devient hexagonale et confine à 4 plaques pré-équatoriales. C'est la disposition figurée par Stein (*Pl. IX, fig.* 1) et attribuée par lui à un individu jeune. Ce dessin *unique*, concernant réellement un *Diplopsalis*, est légè-

(1) Kofoid, *Archiv für Protistenkunde*, XVI, 1909.

rement inexact, car Stein n'a pas vu la suture dorsale séparant la plaque intercalaire de la plaque pré-équatoriale *pe* 3.

La plupart des autres dessins des auteurs classiques, Stein, Bütschli, Schütt, Paulsen, etc., paraissent appartenir au *Peridiniopsis asymetrica* Mangin.

Les échantillons récemment figurés par A. Meunier (1) sous le nom de *Diplopsalis lenticula* n'ont rien de commun avec cette espèce ; ils appartiennent peut-être à une variété fortement surbaissée (et inexactement représentée ?) du *Diplopsalis sphærica* du même auteur.

Ce *D. sphærica* est identique au *Peridinium Paulseni* Mangin ; la dénomination spécifique de Meunier doit cependant être écartée, malgré sa priorité certaine, car la combinaison *Peridinium sphæricum* existe déjà depuis 1899 (2). Le nom de *P. Paulseni*, substitué par L. Mangin à celui de *P. lenticulatum*, préoccupé par Fauré Frémiet, est également inacceptable, le nom de *P. Paulseni* étant déjà porté par une espèce authentique du Plankton méditerranéen (3).

Je propose donc la dénomination nouvelle du *Peridinium Meunierii* pour l'espèce caractérisée par Meunier (*sub. Diplopsalis*) et par L. Mangin (*Peridinium Paulseni*).

D'autre part, Meunier a jugé utile de créer le genre nouveau *Diplopsalopsis* « pour retirer du genre *Peridinium* l'espèce *orbiculare* Paulsen, dont le cône apical n'a pas le nombre réglementaire de plaques ». Or, il y a 12 plaques épivalvaires dans l'espèce de Paulsen, qui est un véritable *Peridinium*.

Les échantillons figurés par Meunier ne possèdent, il est vrai, que 11 plaques épivalvaires, mais ils ont les 7 plaques pré-équatoriales caractéristiques des vrais *Peridinium*; la validité du genre *Diplopsalopsis* demeure donc, pour le moment, des plus douteuses.

Les trois autres espèces attribuées au genre *Diplopsalis*, à savoir *D. sæcularis* Murray et Whitting, *D. Pillula* Ostenfeld, et *D. minima* Mangin ne sont pas des *Diplopsalis* et devront être l'objet d'une revision générique.

---

(1) A. MEUNIER, *Microplankton des mers de Barents et de Kara*, Bruxelles, 1910.
(2) MURRAY et WHITTING, *New Peridiniaceæ from the Atlantic*, London, 1899.
(3) J. PAVILLARD, *Bulletin Soc. bot. France*, t. LVI, 1909, p. 280.

MYCOLOGIE. — *Observations sur quelques moisissures nouvelles provenant de la Côte d'Ivoire*. Note (¹) de M. A. Eckley Lechmere, présentée par M. L. Mangin.

En étudiant, au Laboratoire de Cryptogamie du Muséum, une série de moisissures des forêts vierges situées aux environs de Banané, rapportées par M. Chevalier, j'ai eu l'occasion de découvrir des espèces nouvelles, dont l'une appartient au genre *Pionnotes*, *P. viridis*, et l'autre à un genre inconnu jusqu'ici *Peristomium desmosporum*.

Pionnotes viridis, nov. sp. — J'ai pu dès l'origine, rapporter cette espèce à l'ordre des *Phragmosporæ*, à cause de ses conidies légèrement arquées, pointues à chaque extrémité, et pourvues de 4 à 6 cloisons.

En culture pure sur carotte à la température de 23° C., ce champignon pousse très vite et produit, à l'état jeune, un mycélium entièrement blanc.

Au bout de 4 jours environ, ce mycélium prend une teinte jaunâtre, puis quelques jours plus tard, une teinte verte ou bleu verdâtre dans certaines parties liquides ou gélatineuses de la culture. C'est ce caractère qui m'a permis de rapporter le champignon en question au genre *Pionnotes*.

La coloration *verte* suffit, en outre, à distinguer spécifiquement ce dernier de tous les autres types du même genre. J'ai constaté également chez le *P. viridis* la formation de chlamydospores, généralement intercalaire. Quant aux conidies, elles mesurent de 30^{μ} à 40^{μ} de long, et de 4^{μ} à 5^{μ} d'épaisseur dans leur région médiane.

Peristomium desmosporum, nov. gen. nov. sp. — Le nouveau genre *Peristomium* appartient au groupe des Pyrénomycètes. Les cultures m'ont montré trois formes principales, qui se transforment, les unes dans les autres, au cours du développement ontogénique, et que j'avais prises tout d'abord pour autant d'espèces différentes. Chacune de ces formes, une fois établie, peut d'ailleurs se perpétuer très longtemps sans subir aucune modification essentielle :

Forme oïdienne. — L'un des aspects sous lesquels le *Peristomium desmosporum* se présente, est celui d'un mycélium, tout d'abord blanc, mais qui, au bout d'une quinzaine de jours, acquiert une teinte verdâtre très foncée, et finalement devient tout à fait noir. Cet aspect est dû à la formation, dans toute l'étendue des filaments

(¹) Présentée dans la séance du 1er juillet 1912.

mycéliens, d'une grande quantité d'oïdies qui acquièrent une membrane assez épaisse et une coloration verdâtre très foncée. Cette membrane est une portion de la paroi même de l'hyphe correspondant.

Dans les cultures âgées, les hyphes sont entièrement transformés en chapelets d'oïdies; celles-ci donnent en germant un mycélium semblable à celui qui les a produites, qui est susceptible de former, lui aussi, de nouvelles oïdies.

Au bout d'un temps plus ou moins long, le mycélium produit des périthèces, constitués exactement de la même manière dans les trois formes de *P. desmosporum* que j'ai observées. Ces périthèces, d'un diamètre de 160^{μ}-180^{μ}, sont sphériques et pourvus d'une ostiole assez mal définie pour l'émission des ascospores. Leur paroi se compose de plusieurs assises de cellules dont les plus externes ont une coloration verdâtre semblable à celle des oïdies.

Par l'ensemble de ses caractères, le genre *Peristomium* doit être rangé dans la famille des Chétomiacées, mais il se distingue de son unique congénère dans cette famille, le genre *Chaetomium*, par l'absence d'ornements et de prolongements autour de ses périthèces. Les seuls prolongements qu'il m'ait été donné d'observer dans quelques cas isolés étaient constitués par des filaments simples dans la région inférieure des périthèces.

Les asques, produits par le bourgeonnement des hyphes qui remplissent l'intérieur des périthèces, sont elliptiques, et leurs axes mesurent respectivement 8^{μ} et 6^{μ} en moyenne. Chacun d'eux renferme 8 ascospores, également elliptiques, pointues à chacune de leurs extrémités et mesurant $5^{\mu},4$ de longueur sur 3^{μ} de largeur. Ces spores, lorsqu'elles sont mûres, ont une membrane jaunâtre. J'ai pu suivre leur germination et constater qu'elles évoluaient en donnant tantôt la forme dont il vient d'être question, tantôt une autre forme, à laquelle je donne le nom de *forme verticillienne*. Il m'est même arrivé d'observer simultanément ces deux manières d'être dans les mêmes cultures.

Forme verticillienne. — La forme verticillienne rappelle tout à fait un *verticillium* par son aspect général, ainsi que par le mode de formation de ses conidies, qui mesurent 4^{μ} de diamètre et qui germent facilement en un mycélium qui produit également de nouvelles conidies. Au bout de 9 jours commence la formation des périthèces dans les parties périphériques du mycélium. On les remarque, à l'œil nu, sous l'aspect de petits points noirs dans la région où le mycélium se trouve en contact avec le verre du tube qui contient la culture. Au bout de 1 mois, les périthèces sont mûrs et émettent leurs chaînes d'ascospores.

Forme physiologique. — J'ai encore observé une troisième forme très proche de la forme verticillienne, dont elle ne se distingue que par quelques caractères purement physiologiques.

Chez cette forme, à la température de 23°C., le mycélium demeure blanc sans jamais former de conidies ni d'oïdies; mais il produit normalement des périthèces qu'on distingue aisément à première vue en raison de leur coloration noire. Dès qu'on l'expose à une température d'environ 30°C. on observe la formation de nombreuses conidies, comme dans le cas de la forme verticillienne. La forme qui nous occupe se distingue encore de cette dernière en ce qu'elle croît sur la gélatine sans la liquéfier

et aussi par ce fait qu'elle est capable de végéter vigoureusement à de basses températures.

Toutefois, ces différences, très intéressantes au point de vue physiologique, ne sont pas assez importantes pour justifier la création de deux espèces différentes.

Les trois formes, oïdienne, verticillienne et physiologique, doivent être réunies en une seule et même espèce, à laquelle je donne le nom de *Peristomium desmosporum* pour rappeler le mode d'émission des ascospores disposées en longues chaînes. Il importe seulement de retenir comme variétés les deux premières sous les noms de *P. desmosporum* var. *Oidium*; *P. desmosporum* var. *Verticillium*.

TOXICOLOGIE. — *Toxicité comparée de quelques champignons vénéneux parmi les Amanites et les Volvaires*. Note de MM. **M. Radais** et **A. Sartory**, présentée par M. Guignard.

Dans une Note antérieure (¹) sur les propriétés toxiques de l'Oronge ciguë verte (*Amanita phalloides* Fr.), nous avons attiré l'attention sur l'adhérence du poison à la trame fongique et sur sa résistance à la chaleur, à la dessiccation et au vieillissement dans le tissu. D'autres essais ont porté sur l'Amanite printanière (*A. verna* Fr.), sur l'Oronge citrine (*A. citrina* var. *mappa*), et sur la Volvaire à tête gluante (*Volvaria gloiocephala* Fr.), espèces réputées toxiques au même degré que l'Oronge ciguë verte. En ce qui concerne l'Oronge citrine, la plupart de nos expériences ont été faites en 1910 et 1911; pour la Volvaire gluante et l'Amanite printanière, les matériaux provenaient des récoltes de 1912 (²). A cause de l'inégale richesse en eau de la trame fongique, et pour rendre les résultats aussi comparables que possible, nous exprimons les doses toxiques par le poids du tissu supposé sec. Les échantillons d'une même récolte étaient partagés en deux lots dont l'un était desséché à l'étuve à 37° et l'autre pressé à refus pour en extraire un suc que l'on conservait en présence d'essence de moutarde.

Amanita verna. — Un centimètre cube de suc frais correspond à $0^{g},25$ environ de tissu sec. Ce liquide, inoculé dans le péritoine du lapin, amène la mort après un temps

(¹) *Comptes rendus*, t. 153, p. 1527, séance du 26 décembre 1911.

(²) Nous remercions vivement les mycologues et en particulier M. Paul Dumée, vice-président de la Société mycologique de France, de leurs envois d'échantillons.

de survie inversement proportionnel à la quantité injectée. La dose mortelle minima, exprimée en tissu fongique desséché, est de $0^g,80$ par kilogramme d'animal.

La mort survient avec les symptômes typiques observés avec l'*Amanita phalloides* et notamment la paralysie finale du train postérieur. A l'autopsie, les lésions principales consistent en une hémolyse générale produisant le laquage du sang et la pigmentation de la rate, hémoglobinurie, congestion du poumon, de l'estomac et des intestins, avec hémorragies punctiformes et ecchymoses.

Si l'on chauffe le suc à 100° pendant 10 minutes, la même dose amène encore la mort, mais avec survie notablement prolongée et suppression des lésions hémolytiques.

L'emploi de colatures liquides, obtenues en traitant par l'eau bouillante le tissu récemment séché, donne des résultats analogues à ceux qu'on obtient avec le suc chauffé. On observe une survie prolongée des animaux qui doit être attribuée à la destruction par la chaleur de la substance hémolytique.

Il existe, comme pour *Amanita phalloides*, une adhérence marquée du poison au tissu fongique. C'est ainsi qu'un chapeau d'Amanite printanière pesant sec $1^g,90$ a fourni, par traitement de 5 minutes à l'eau bouillante, trois colatures successives, dont les deux dernières avaient été en outre précédées d'un lavage du résidu à l'eau froide. Les liquides des deux premiers traitements ont tué le lapin de $2^{kg},300$ en 5 heures, avec les symptômes habituels; la troisième colature a donné le même résultat, mais avec une survie de 17 heures.

Amanita mappa. — La toxicité relative des différentes parties du champignon est la même que pour *A. phalloides;* le chapeau et le bulbe contiennent la presque totalité du poison; le pied est peu ou pas toxique.

La dose mortelle minima de suc frais est, pour le lapin, de 4^{cm^3} par kilogramme d'animal, 1^{cm^3} de suc correspondant à peu près à $0^g,20$ de tissu fongique sec.

La dessiccation et surtout le vieillissement atténuent notablement le pouvoir toxique. Une poudre, récemment préparée à partir du tissu séché à 37°, a perdu la majeure partie de sa toxicité et la dose mortelle, pour le lapin, dépasse 10^g avec une survie considérable de l'animal.

La différence s'accentue si la dessiccation remonte à une époque éloignée. Une poudre sèche, provenant de chapeaux d'*Amanita mappa* et conservée pendant plus d'une année, a donné, par décoction, un liquide inoffensif pour le cobaye à une dose représentant 25^g de tissu sec par kilogramme d'animal, c'est-à-dire 250^g environ de tissu frais.

Volvaria gloiocephala. — Chez cette espèce, comme chez les précédentes, le chapeau et le bulbe présentent le maximum de toxicité, mais le pied détient aussi une certaine quantité de poison. La dose mortelle de suc frais de chapeau et bulbe est sensiblement la même que pour *A. phalloides* et *A. mappa*, si on la représente par le poids du tissu sec; en réalité, la dose de suc à injecter doit être plus élevée (7^{cm^3} par kilogramme) en raison de la plus grande richesse en eau de cette espèce fongique.

On rencontre chez cette Volvaire les phénomènes d'adhérence du poison à la trame fongique déjà observés chez l'Oronge ciguë verte et chez l'Amanite printanière, mais plus atténués. Il faut traiter 2^g de poudre sèche par l'eau bouillante pour obte-

nir, par première digestion, un liquide tuant le cobaye avec survie de 24 heures environ; la seconde digestion, après lavage du résidu à l'eau froide, amène encore la mort, mais avec survie de 40 à 50 heures.

En résumé, si l'on compare, chez les espèces fongiques précitées, la toxicité globale du tissu frais représenté par le suc pressé, on constate qu'elle est sensiblement la même pour *Amanita phalloides*, *A. verna*, *A. mappa* et *Volvaria gloiocephala*. La dessiccation rapide influe différemment sur ces espèces; tandis que l'Oronge ciguë verte, l'Amanite printanière et, à un degré moindre, la Volvaire gluante, atténuent à peine leur toxicité, l'Oronge citrine perd assez vite son pouvoir toxique en se desséchant.

Le vieillissement du tissu sec amène même chez cette dernière espèce la disparition totale de la toxicité. On pourrait supposer que, des deux substances toxiques isolées par Kobert et par W. Ford, l'une, plus fragile (glucoside hémolytique), disparaît peu à peu par dédoublement diastasique, et l'autre, plus résistante (amanita-toxine de W. Ford), se conserve intacte. L'action physiologique différente du suc frais et du tissu sec s'expliquerait alors par une différence dans la proportion relative des deux substances suivant les espèces considérées.

Les essais d'épuisement par l'eau à 100° donnent, pour l'Amanite printanière et la Volvaire gluante, les mêmes résultats que pour l'Oronge ciguë verte; une rapide décoction dans l'eau bouillante, comme celle qui est pratiquée en cuisine pour blanchir les champignons, ne saurait rendre ces espèces inoffensives.

PHYSIOLOGIE. — *Variations expérimentales du foie et des reins chez les Canards en fonction du régime alimentaire.* Note de M. **A. Magnan**, présentée par M. Edmond Perrier.

Si, comme nous l'avons montré [1], le régime alimentaire exerce une influence caractéristique sur la croissance et la ponte des Canards, il est à présumer que son action doit être encore plus efficace sur les organes dans leur ensemble, et sur le foie et les reins en particulier. Nous avons exposé,

---

(1) A. Magnan, *Sur la croissance des Canards soumis à quatre régimes alimentaires différents* (*Comptes rendus*, 3 juin 1912); *Comparaison de la ponte chez des Canards soumis à quatre régimes alimentaires différents* (*Comptes rendus*, 17 juin 1912).

dans des recherches antérieures (¹), que le foie et les reins des Oiseaux présentent des poids nettement en rapport avec les différents régimes. Nous allons nous rendre compte si l'expérience peut reproduire ces modifications chez nos Canards adaptés à quatre régimes divers.

Voici les résultats obtenus en pesant le foie, après saignée de l'animal :

	Poids de l'animal.	Foie par kilog.	Reins par kilog.
Canards piscivores	1417^{g}	27,10	8,20
Canards insectivores	1502	23,30	6,80
Canards végétariens	1580	17,50	5,90
Canards carnivores	1404	16,80	6,20

Comparons ces résultats à ceux que nous a donnés l'étude objective du foie et des reins chez les Oiseaux naturels :

	Poids de l'animal.	Foie par kilog.	Reins par kilog.
Piscivores	345^{g},30	48,4	14,1
Insectivores	52,30	34,4	11
Végétariens	358,50	22.8	7,7
Carnivores	388,70	23.4	8,3

On ne peut qu'être frappé de la similitude des résultats. Dans les deux cas, les Piscivores et les Insectivores ont un gros foie, les Carnivores et les Végétariens en ont un petit. Il ne peut être question ici d'adaptation du foie au rayonnement calorique, puisque les individus pèsent tous sensiblement le même poids.

Le foie a un rôle complexe. Il reçoit par la veine-porte une grande partie des produits de la digestion, les transforme. Il fabrique l'urée, le glycogène, la bile; il neutralise les toxines, les ptomaïnes. Vraisemblablement le gros facteur de sa variation est le régime alimentaire.

Les différences de poids observées sont-elles dues à des variations en poids du glycogène que Lapicque (L. et M.) (²) ont d'ailleurs trouvé en petites quantités dans le foie des Bengalis, ou bien sont-elles le résultat d'une plus ou moins grande hypertrophie du parenchyme hépatique?

(¹) A. MAGNAN, *Le foie et sa variation en poids chez les Oiseaux* (*Bull. du Mus. d'Hist. nat.*, n° 6, 1911); *Le poids des reins chez les Oiseaux* (*Bull. du Mus. d'Hist. nat.*, n° 6, 1911).

(²) LAPICQUE (L. et M.), *Le jeûne nocturne et la réserve de glycogène chez les petits oiseaux* (*C. R. de la Soc. de Biol.*, 11 mars 1911).

Nous avons montré qu'en faisant jeûner des Oiseaux, de façon à les priver complètement de glycogène, le classement pour le foie reste le même que celui donné par l'étude du foie naturel (¹).

	Foie normal par kilog.	Foie après jeûne par kilog.	Foie par kilog. après saignée.
Buse (carnivore)	12,50	12,70	10,80
Perruche de Madagascar (granivore)	13,70	15,10	14,10
Mouette rieuse (piscivore)	54	30	41,50
Hirondelle de cheminée (insectivore)	57,10	28,55	31,80

Le classement est encore le même, si l'on étudie le foie chez des Oiseaux tués brusquement ou par saignée.

Dans ces conditions, le foie réagit par son parenchyme. L'hypertrophie constatée chez les Piscivores et les Insectivores est donc occasionnée par un excès de travail ou une réaction à l'intoxication alimentaire.

Pour le rein, il est à remarquer que le classement est identique à celui obtenu pour le foie; les Piscivores et les Insectivores ayant plus de reins que les Carnivores et les Végétariens. Ce résultat prouve que ces deux organes réagissent à une même cause, qui ne peut être que l'intoxication due aux régimes alimentaires.

Le fonctionnement du rein est donc lié à celui du foie. Cela est d'accord avec les constatations pathologiques, d'une façon générale toute lésion hépatique s'accompagnant d'une lésion rénale.

ENTOMOLOGIE. — *Sur une immense quantité de* Desoria glacialis *à la surface d'un glacier*. Note de M. **J. Vallot**, transmise par le prince Roland Bonaparte.

Bien que parcourant les glaciers du mont Blanc depuis 25 ans, je n'ai observé qu'une fois l'insecte découvert par Desor, et nommé par Agassiz *Desoria glacialis;* mais la quantité énorme de ces insectes mérite d'être notée.

C'était sur la mer de glace de Chamonix, sur la partie à peu près plane qui s'étend entre l'*Angle* et les *Moulins*.

La température était élevée et la surface du glacier, en état de fusion active, était couverte de petites flaques d'eau, très minces, de un à plusieurs centimètres carrés

(¹) A. Magnan, *Le régime alimentaire et la variation du foie chez les Oiseaux* (*C. R. de l'Ass. fr. pour l'av. des Sc.*, Congrès de Dijon, 1911).

de surface. Sur un point du parcours, une multitude de petits points noirs appela mon attention. C'étaient de petits insectes vivants, qui se mouvaient à la surface de la glace mouillée et dans les flaques minces. A la loupe, je reconnus ces insectes pour appartenir à l'espèce *Desoria glacialis*.

Les insectes étaient répartis sur une région d'une vingtaine de mètres de large; je les observai sur un parcours d'au moins 200^m, au delà duquel ma route s'écartait de la région occupée. La bande occupée par les insectes était disposée dans le sens de la longueur du glacier, par une pente à peu près nulle, et entre des crevasses longitudinales, à un endroit où il ne peut y avoir de ruisseau glaciaire d'aucune sorte.

L'intérêt de l'observation réside dans la numération approximative des insectes. Dans les petites flaques de 1^{cm^2}, ceux-ci étaient ramenés par la capillarité au centre de la flaque, en un petit amas d'une dizaine d'animaux qui se touchaient. Ailleurs, il y avait au moins un insecte isolé par centimètre carré. Pour être sûr de ne pas exagérer, je m'en tiendrai à ce dernier chiffre.

La région couverte étant de 4000^{m^2}, soit $40\,000\,000^{cm^2}$, il y avait 40 millions d'insectes sur cette surface.

Même en supposant que les bords soient moins denses, que les mesures approximatives soient très exagérées, en réduisant le chiffre au quart ou au dixième, il n'en reste pas moins plusieurs millions de *Desoria* vivants, agglomérés sur une surface très restreinte de glacier. J'appelle l'attention des entomologistes sur la rapidité de reproduction qu'il faut supposer à cet insecte, extrêmement rare habituellement dans le pays, et localisé, dans le seul cas observé, sur une très petite région, où il est arrivé fortuitement par une cause inexpliquée, et que je n'ai jamais rencontré depuis.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Influence de la matière azotée sur la production d'acétate d'éthyle dans la fermentation alcoolique.* Note de M. **E. Kayser**, présentée par M. Müntz.

On sait que certaines levures à voile qu'on rencontre sur les fruits peuvent produire, dans les solutions sucrées, de notables quantités d'acétate d'éthyle.

Nous avons étudié l'influence de l'aliment azoté sur cette production avec deux levures à voile : n° 3, provenant d'une mélasse de Canne de la Réunion; l'autre, n° 5, isolée de l'Ananas [1]; la première *a* (4^μ à 6^μ de large

[1] Déjà étudiée (*Ann. Inst. Pasteur*, 1891).

sur 7^{μ} à 9^{μ} de long) donne des spores vers le quatrième jour à 25°; la seconde *a'* (2^{μ},5 à 5^{μ} de large sur 3^{μ},5 à 7^{μ} de long) ne donne pas de spores.

L'aliment azoté a été fourni sous la forme de touraillon, peptone, asparagine, leucine, urée, glycocolle et sulfate d'AzH^4; les levures ont été ensemencées au fil de platine. La fermentation alcoolique s'est déclarée entre 24 à 48 heures selon l'aliment azoté; il y a eu formation d'un voile qui se gonflait bientôt par endroits, par suite du dégagement gazeux; en même temps, formation de l'odeur caractéristique de l'acétate d'éthyle.

Ensemençons le milieu contenant par litre 150g de saccharose, 1g de phosphate acide de potasse, traces de sulfate de magnésie, additionné de 0g,5 d'azote sous les diverses formes indiquées.

Nous analysons le liquide après 15 jours de fermentation.

	Levure 3.			Levure 5.		
	Degré alcoolique.	Acidité volatile en A. acét. par litre.	Éthers formés (acét. d'éthyle) pour 1g d'Az ajouté au liquide.	Degré alcoolique.	Ac. vol. en A. acét. par litre.	Éthers formés (acét. d'éthyle) pour 1g d'Az ajouté au liquide.
Az (touraillon)....	4°,6	1g,276	18g,444	3°,8	2g,116	17g,828
Az (peptone)......	4,7	1,724	8,702	5,0	1,308	3,390
Az ammoniacal....	4,3	1,020	6,230	3,6	968	2,618
Az (asparagine)...	6,4	2,176	12,672	6,5	1,344	5,516
Az (leucine)......	4,6	1,401	0,998	3,5	4,344	5,504
Az (glycocolle)....	4,2	797	2,114	3,5	1,994	7,602

On voit que l'azote albuminoïde vient en tête pour les deux levures, on constate en outre que la levure 3 préfère l'azote peptoné et ammoniacal à l'azote aminé et amidé; c'est l'inverse pour la levure 5.

Le Tableau suivant nous permet de comparer les éthers formés au poids de levure obtenu.

	Quantités par litre					
	Levure 3.			Levure 5.		
	Éthers (acétate d'éthyle).	Poids de levure.	Pour 1g de levure.	Éthers (acétate d'éthyle).	Poids de levure.	Pour 1g de levure.
Az (touraillon)...	9g,222	2g,325	3g,9	8g,914	2g,085	4g,2
Az (peptone).....	4,351	1,710	2,5	1,695	1,440	4,1
Az (ammoniacal) .	3,115	1,035	3,0	1,309	0,740	1,7
Az (asparagine)...	6,336	1,555	4,1	2,798	1,465	1,9
Az (leucine)......	0,499	0,890	0,6	2,752	0,665	4,1
Az (glycocolle)...	1,057	1,165	0,9	3,801	1,365	2,7

Bien qu'il n'existe pas de rapport net entre les poids de levure et des éthers, il est intéressant de signaler les différences que manifestent les deux levures pour la leucine et le glycocolle.

Les oxydases de ces deux levures montrent ainsi des activités différentes; on sait, d'autre part, que tous ces produits éthérés sont sujets à de grandes variations avec le temps, la levure elle-même finissant par les brûler en donnant naissance à de nouveaux produits, par suite de sa respiration et de sa décomposition progressive (1).

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Augmentation du nombre des globules rouges du sang sous l'action de certains dérivés de la cholestérine.* Note de M. **Pierre Thomas** et Mlle **Madeleine Lebert**, présentée par M. Roux.

Divers auteurs ont montré que l'introduction de petites quantités de sang dans l'organisme d'un animal a pour effet d'élever la teneur en globules rouges du sang de cet animal, que l'introduction ait lieu par voie sous-cutanée ou intra-veineuse. On pouvait supposer que ce phénomène est dû à une excitation de la fonction hématopoïétique par des substances contenues dans les globules, et, pour vérifier cette hypothèse, Kepinow a étudié (2) l'action produite par des injections intra-veineuses et sous-cutanées d'un extrait de globules de bœuf, préparé d'après la méthode d'Ascoli et Izar, chez le lapin préalablement anémié par saignée. Il a pu constater chaque fois une notable augmentation du nombre des hématies. Malheureusement, cet auteur s'est contenté du résultat global, sans chercher à quelle substance il convenait plus particulièrement de l'attribuer; il a tout au plus constaté que la lécithine de l'œuf ne produit pas un effet analogue. Frouin était arrivé antérieurement à un résultat analogue à celui de Kepinow, au moyen d'un extrait acétonique de globules (3).

On sait que les hématies contiennent toujours une certaine quantité d'éthers de la cholestérine, et l'un de nous a montré que ces éthers, l'oléate en particulier, restent tellement adhérents à l'hémoglobine qu'ils n'en peuvent être séparés même par des cristallisations répétées (4). Nous avons

(1) Kayser et Demolon, *Vie de la levure pendant et après fermentation* (*Comptes rendus*, janvier et juillet 1909).

(2) L. Kepinow, *Biochem. Zeitschrift*, t. XXX, 1910, p. 160.

(3) Communication personnelle, non publiée.

(4) P. Thomas, *Comptes rendus*, t. 152, 1911, p. 1424.

été tout naturellement conduits à rechercher si ces corps ne jouent pas un rôle actif dans la formation des globules rouges lorsqu'ils sont introduits dans l'organisme, et c'est ce que nous avons pu constater en effet.

Nous avons d'abord étudié l'action de l'oléate de cholestérine chez le lapin.

I. Un lapin femelle, pesant $2^{kg},265$, reçoit en injection sous-cutanée 5^{cm^3} d'une émulsion diluée d'oléate dans l'eau. 2 jours après, le nombre des hématies s'est élevé de 3200000 (moyenne d'observations faites pendant les 8 jours précédents) à 3808000 par millimètre cube. On fait alors une deuxième injection identique à la première. 5 jours plus tard, le nombre des globules est de 3792000; ce nombre s'est maintenu depuis d'une façon remarquablement constante à une valeur moyenne de 3800000, soit une augmentation de près de 19 pour 100 de la valeur primitive, et cela pour une période de 7 semaines. Un lapin témoin, placé dans les mêmes conditions et soumis au même régime, a oscillé de 4000000 à 4100000 environ, soit une variation de 2,5 pour 100.

Il n'est pas toujours très facile de réaliser des émulsions stables d'oléate de cholestérine, aussi avons-nous eu l'idée d'essayer un produit d'oxydation de ce corps, qui a moins de tendance à la cristallisation. Ce produit donne des émulsions parfaites, qui peuvent être stérilisées par ébullition sans changer d'aspect et dont l'injection sous-cutanée produit les mêmes résultats. Voici une expérience faite avec ce produit :

II. Lapin femelle, pesant $2^{kg},250$; on fait une première injection avec 5^{cm^3} d'émulsion, ce qui fait monter la teneur en globules rouges de 4300000 à 5176000, 5 jours après. Ce chiffre retombe à 4900000, 2 jours plus tard; on fait alors une seconde injection sous-cutanée de 5^{cm^3}, ce qui fait remonter la teneur à 5400000 hématies après 7 jours. Depuis lors, pour une période de 3 semaines, cette valeur a baissé légèrement et s'est fixée à une moyenne de 5100000 environ. L'augmentation finale a donc été dans ce cas de 18,6 pour 100.

L'augmentation du nombre des globules rouges à la suite des injections d'oléate de cholestérine étant bien établie chez les animaux traités, il nous a paru intéressant d'étudier le phénomène chez des animaux préalablement anémiés par saignée, tant au point de vue de l'augmentation du nombre des globules que de la vitesse de réfection du sang.

III. Deux lapins ont été saignés à la veine de l'oreille; après soustraction de 20^{cm^3} de sang, l'un des animaux a été laissé au repos, l'autre a reçu une injection sous-cutanée de 5^{cm^3} d'oléate de cholestérine. On a fait les numérations dès le lendemain de la saignée. Voici les résultats obtenus :

Poids.	Nombre de globules avant la saignée.	Nombre de globules après 1 jour.	2 jours.	3 jours.	5 jours.	12 jours.	19 jours.
		Lapin non traité.					
2^{kg},500	4050000	3336000	3512000	4096000	4120000	4096000	4096000
		Lapin injecté.					
2^{kg},430	4216000	3448000	4040000	4408000	4936000	4824000	4992000

Comme il est facile de le voir, le résultat de l'injection est le même que si l'animal n'avait pas été saigné, c'est-à-dire que le nombre des globules a augmenté, après 5 jours, de 10 pour 100, passant de 4200000 à 5000000 environ, pour se fixer à ce dernier chiffre. De plus, après 2 jours, le sang était déjà revenu à peu près à sa teneur primitive, tandis que chez l'animal non traité il a fallu 3 jours pour obtenir ce résultat, et le nombre des globules est resté ensuite à ce taux. Les résultats auraient été vraisemblablement plus marqués encore si nous avions provoqué une perte de sang plus considérable, mais nous avons voulu éviter le retentissement qui a lieu sur toutes les fonctions de l'organisme à la suite d'une saignée abondante, de façon à ne pas nous placer dans des conditions trop anormales.

Il restait à déterminer la stabilité plus ou moins grande de cet état d'enrichissement du sang en hématies créé artificiellement par l'emploi des dérivés de la chorestérine. Le fait que cet état s'est maintenu pendant près de 2 mois, mentionné dans notre première expérience, est déjà une utile indication ; cependant, nous avons cru devoir faire les expériences suivantes.

IV. L'un des lapins déjà traités (exp. II), ayant reçu deux injections sous-cutanées d'émulsion d'oléate de cholestérine, a montré un accroissement de la teneur de son sang en hématies de 4300000 à 5100000 ; ce dernier taux s'étant maintenu pendant 3 semaines, on a enlevé à l'animal, par saignée, 10$^{cm^3}$ de sang, ce qui a fait descendre la teneur en hématies, mesurée le lendemain, à 4250000. Au bout de 2 jours, cette teneur était déja remontée à 5064000, soit approximativement sa valeur primitive.

V. Un lapin du poids de 2^{kg},700, dont la teneur en globules rouges est de 4096000 et se montre très constante depuis plus de 1 mois, reçoit sous la peau 10$^{cm^3}$ d'émulsion d'oléate de cholestérine oxydé ; le nombre des hématies atteint 4536000 après 2 jours et 4784000 après 4 jours. Sans attendre que ce nombre atteigne son maximum, on

pratique alors une saignée de 20^{cm^3} qui a pour effet de faire tomber la teneur du sang à 3736000 globules par millimètre cube, c'est-à-dire bien en dessous de sa valeur primitive avant l'injection. 3 jours après la saignée, la richesse en globules est de nouveau 4688000.

Dans les deux cas, il est bien évident que la stabilité de la richesse globulaire du sang est réalisée. Il serait du plus haut intérêt de généraliser ces résultats aux autres espèces animales, et en particulier de voir s'ils sont applicables à l'homme.

Nous ajouterons que des expériences en cours nous ont permis d'arriver à des résultats du même ordre, chez le cobaye comme chez le lapin, en utilisant non pas l'oléate de cholestérine, mais un mélange de cholestérine et d'oxycholestérine.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Influence du zinc sur la consommation par l'*Aspergillus niger *de ses aliments hydrocarbonés, azotés et minéraux.* Note de M. M. **Javillier**, présentée par M. E. Roux.

Pour tenter d'interpréter comment des traces de zinc interviennent dans les phénomènes biochimiques, on doit rechercher dans quelle mesure cet élément modifie les différents actes de la vie physiologique. C'est ce programme que j'ai commencé à remplir en examinant l'influence du zinc sur la croissance de l'*Aspergillus niger*, sur sa reproduction conidienne, sa minéralisation, ses sécrétions diastasiques ([1]). J'examinerai aujourd'hui comment, en présence et en l'absence de zinc, l'*Aspergillus* consomme ses aliments hydrocarbonés, azotés et minéraux.

1° *Le sucre.* — Quand l'*Aspergillus* vit sur milieu complet, il s'établit entre la plante adulte et le sucre consommé un rapport assez constant : une partie de plante correspond sensiblement à trois parties de sucre utilisé. Lorsqu'on fait vivre la plante sur milieu privé de zinc, on voit disparaître la constance de ce rapport. Parfois la quantité de sucre consommé s'abaisse au-dessous du chiffre précédent, mais généralement elle s'élève; il semble que fasse défaut le mécanisme régulateur de la consommation de l'aliment carboné. Dans le cas qui est, comme je viens de le dire, le cas général, où la consommation du sucre s'élève au-dessus de 3, à 4, 5, 6 ou plus, pour 1 de plante, celle-ci fonctionne moins économiquement, elle accroît sa *dépense d'entretien*. C'est une remarque qu'Ono avait faite dès 1900 ([2]). En fait, le phénomène est grandement modifié par de nombreuses circonstances; en étudiant celles-ci systé-

---

([1]) *Comptes rendus*, t. 145, 1907, p. 1212; t. 146, 1908, p. 365; t. 152, 1911, p. 1337; t. 153, 1911, p. 1177; t. 154, 1912, p. 383.

([2]) *J. Coll. Sc. Imp. Un. Tokio*, t. XIII, 1912, p. 383.

matiquement, j'ai trouvé que les variations les plus étendues lui sont imprimées par la forme sous laquelle l'azote est présent dans le milieu de culture. C'est lorsqu'on fournit à la plante uniquement de l'azote ammoniacal, sous forme du sel d'ammonium d'un acide organique approprié, que la règle énoncée se vérifie de la plus remarquable façon.

Exemple : (L'azote était sous forme de tartrate d'ammonium.)

Durée des cultures.	Poids sec des récoltes		Sucre consommé correspondant à la formation de 1g de matière sèche (coefficient d'utilisation du sucre)	
	sans zinc.	avec zinc.	en l'absence de zinc.	en présence de zinc.
2 jours......	g 0,360	g 1,351	g 11,45	g 3,70
3 »	0,605	2,567	8,09	2,83
4 »	0,641	2,570	8,35	3,06
5 »	0,720	2,500	8,41	3,05

La présence de zinc se traduit par une économie de sucre, la restriction de la dépense d'entretien, l'abaissement du coefficient d'utilisation de l'aliment carboné.

Ce phénomène est en étroite relation avec d'autres faits physiologiques : variations de la valeur du quotient respiratoire, de l'abondance et de la nature des principes immédiats élaborés et des substances excrétées, de la réaction du milieu de culture ; c'est ce que je montrerai quelque jour avec plus de détails.

2° *L'aliment azoté.* — La forme de l'azote qui convient le mieux à l'*Aspergillus* est celle d'azote ammoniacal. Avec la plante que j'étudie depuis plusieurs années et chez laquelle les conditions de vie ont accentué certains caractères biochimiques, le fait est particulièrement net.

Exemple :

	Poids sec de récoltes faites sur milieu	
	privé de zinc.	renfermant du zinc.
a. En présence d'azote nitrique................	g 0,287	g 0,337
b. En présence d'azote ammoniacal............	0,632	3,792
c. En présence d'azote nitrique et ammoniacal...	0,555	2,917

Il suit de là que si nous voulons examiner comment le zinc influe sur la consommation de l'azote, il nous faudra utiliser de préférence des milieux à azote ammoniacal. Or, voici ce que l'expérience montre : en présence de zinc, la consommation globale d'azote est naturellement plus grande en raison du développement beaucoup plus considérable de la plante, mais la proportion d'azote utilisée pour la construction de 1g de plante est

beaucoup plus grande sans zinc qu'avec cet élément; il en résulte que l'*Aspergillus* non zincifié est plus azoté que l'*Aspergillus* zincifié.

Exemple : (L'azote était sous forme de tartrate d'ammonium.)

	Azote ammoniacal consommé par gramme de matière sèche	
	en l'absence de zinc.	en présence de zinc.
Mycélium de 2 jours.....	0,091	0,054
» 3 »	0,060	0,043
» 4 »	0,066	0,045
» 5 »	0,058	0,044

Le phénomène ne reste d'ailleurs pas aussi évident quel que soit le sel ammoniacal utilisé ; la nature du radical acide le modifie quantitativement dans une large mesure, observation qui s'accorde avec des observations faites antérieurement par Czapek (1) dans un autre ordre d'idées.

3° *Les éléments minéraux :* Si, P, S, K, Fe, Mn, Mg. — L'ensemble de ces éléments se retrouve entièrement dans les cendres, lorsqu'on brûle la plante dans des conditions convenables. Nous avons déjà noté, M. G. Bertrand et moi, que, d'une façon générale, l'addition d'un élément catalytique au milieu de culture de l'*Aspergillus* entraîne une fixation plus grande des matières minérales considérées en bloc. Quoi qu'il en soit de cette règle, dont il faudra serrer de près les conditions de vérification, car elle ne paraît pas s'observer dans toutes les circonstances expérimentales, on peut s'attacher à déterminer si les cendres de l'*Aspergillus* zincifié et non zincifié présentent la même composition quantitative. Or, l'expérience m'a montré qu'il n'en est rien : dans les cendres de l'*Aspergillus* zincifié, il y a plus de silicium et plus de phosphore, mais moins de soufre. Le potassium se rencontre en proportions comparables dans les deux cas avec, cependant, un léger excès du côté de l'*Aspergillus* zincifié. Quant aux éléments à rôle plus particulièrement catalytique, ils se rangent en deux groupes : fer et manganèse s'accumulent en plus haute proportion en présence de zinc ; le magnésium, au contraire, est fixé en moindre quantité.

En résumé, présence ou absence de zinc retentissent profondément sur la consommation de tous les éléments nécessaires à la croissance de l'*Aspergillus*. *Le zinc règle la consommation du sucre, rendant, dans certaines conditions, le fonctionnement de la plante plus économique en diminuant la dépense*

(1) *Hofm. Beit.*, t. III, 1902, p. 47.

d'entretien au profit de la dépense de construction; impuissant à rendre assimilable l'azote nitrique seul, il influe au contraire grandement sur l'utilisation de l'azote ammoniacal; il remanie la minéralisation de la plante, non seulement en pénétrant lui-même dans les tissus de celle-ci, mais encore en entraînant avec lui d'autres agents catalytiques et en faisant varier le taux de fixation de certains éléments plastiques.

Tous ces faits, s'ils ne permettent pas de synthétiser en une équation simple le rôle biochimique du zinc, précisent du moins le sens suivant lequel le catalyseur intervient dans les échanges physiologiques de l'*Aspergillus niger*.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur l'action de divers sels acides sur le développement de l'Aspergillus niger.* Note de **A. Kiesel**, présentée par M. E. Roux.

Raulin (¹) a signalé dans ses recherches sur l'*Aspergillus niger* que la germination des conidies était arrêtée à partir d'une certaine dose d'acide tartrique. Plusieurs observations analogues ont été faites depuis au sujet d'autres acides considérés isolément. Enfin, en 1899, Clark (²), ayant étudié comparativement l'action de 8 acides sur la germination des conidies de 5 espèces de moisissures, différentes de l'*Aspergillus niger*, a vainement recherché une relation entre les doses empêchantes de ces acides et leur degré de dissociation.

A la suite des résultats intéressants fournis par les recherches systématiques entreprises au cours de ces dernières années sur l'action comparée des acides sur les diastases (³) et sur quelques cellules vivantes, levure,

(¹) *Thèse*, 1870, p. 193.

(²) *Botan. Gazette*, t. XXVIII, 1899, p. 289, 378; *Journ. phys. Chem.*, t. III, 1899, p. 263.

(³) Gabriel Bertrand, *Comptes rendus*, t. 145, 1907, p. 340; *Bull. Soc. chim.*, 4e série, t. I, p. 1120. — Sörensen, *Trav. du Labor. de Carlsberg*, t. VIII, 1909, p. 1. — Gab. Bertrand et Mlle Rosenband, *Comptes rendus*, t. 148, 1909, p. 297; *Bull. Soc. chim.*, 4e série, t. V, p. 296. — Gab. Bertrand et M. et Mme Rosenblatt, *Comptes rendus*, t. 153, 1911, p. 1515; *Bull. Soc. chim.*, 4e série, t. XI, 1912, p. 176; *Comptes rendus*, t. 154, 1912, p. 837; *Bull. Soc. chim.*, 4e série, t. XI, p. 464, etc.

bactéries et plantes supérieures (¹), il m'a paru intéressant d'entreprendre une étude détaillée de l'action des acides sur l'*Aspergillus niger*.

J'ai étudié 27 acides et sels acides, en déterminant avec le maximum de précision possible les doses limites à partir desquelles se trouvent arrêtés certains phénomènes végétatifs: la germination des conidies, le développement du mycélium et la fructification, trois phénomènes dont l'observation peut être faite avec une grande sûreté.

J'ai fait des cultures en séries dans lesquelles les concentrations de l'acide ajouté ne différaient pas de plus de 10 pour 100 d'une culture à la suivante.

Pour avoir une résistance physiologique constante de la moisissure, j'ai employé une seule et même race réensemencée sur le milieu ordinaire de Raulin, tous les 15 à 20 jours.

J'ai utilisé des tubes à essai dans lesquels il y avait en tout 15^{cm^3} de liquide. Les tubes stérilisés et ensemencés étaient abandonnés à 35° pendant le temps nécessaire aux observations (jusqu'à 4 semaines).

Dans le Tableau suivant, j'indique les doses des corps exprimées en molécules-gramme par litre, qui empêchaient les phénomènes indiqués en tête des colonnes. Pour la germination, j'ai encore calculé l'activité moléculaire des corps à la manière d'Ostwald, en faisant égale à 100 l'activité de l'acide chlorhydrique.

L'ordre des acides et des sels a été trouvé le même pour leur activité sur les trois phénomènes étudiés. Les exceptions apparentes s'expliquent par une action secondaire : la consommation des acides assimilables.

D'après les chiffres donnés, on voit que l'activité physiologique des acides et des sels ne correspond pas, dans la plupart des cas, à l'activité chimique. C'est particulièrement l'action des acides gras et des acides chloracétiques qui mérite d'être remarquée.

(¹) M. Rosenblatt et Mlle Rosenband, *Comptes rendus*, t. 149, 1909, p. 309; *Bull. Soc. chim.*, 4e série, t. VII, 1910, p. 691. — Paul Bierstein et Reuss, *Biochem. Zeit.*, t. XXIX, 1910, p. 202. — Kahlenberg et True, *Botan. Gazette*, t. XXII, 1896, p. 81. — Heald, *Ibid.*, p. 125. — Kahlenberg et Austin, *Journ. phys. Chem.*, t. IV, 1899, p. 553.

Acides et sels acides et leur activité dans l'inversion du saccharose.	Germination. Concentr. en mol.	Activité HCl = 100.	Concentrations en mol. Développement du mycélium.	Formation des conidies.
Acides monobasiques.				
Acide lactique (1,066)	0,54	16,46	0,54	0,54
» chlorhydrique (100)	1/11,25	100	1/12	1/24
» nitrique (100)	1/13	115,5	1/14	1/30
» benzène sulfonique (104,4)	1/15	133,3	1/16,7	1/42,85
» trichloracétique (75,4)	1/33,3	296,0	1/35,3	1/40
» acétique (0,40)	1/52,9	470,2	1/52,9	1/52,9
» formique (1,53)	1/60	533,3	1/60	1/60
» bichloracétique (27,1)	1/66,6	592,0	1/70,6	1/100-1/163,6
» isobutyrique (0,33)	1/100	888,9	1/105,8	1/112,5
» monochloracétique (4,84)	1/100	888,9	1/112,5	1/200-1/375
» propionique	1/126,3	1122,6	1/141,2	1/141,2
» isovalérianique	1/126,3	1122,6	1/141,2	1/150
» *n*-butyrique	1/205	1822,2	1/205	1/205
» *n*-caproïque	1/287,7	2557,3	1/287,7	1/300
» *n*-valérianique	1/321,4	2856,9	1/321,4	1/321,4
Acides dibasiques.				
Acide malique (2,542)	2,0	4,44	2,0	2,0
» *d*-tartrique	2,0	4,44	1,9	1,4
» succinique (1,09)	»	?	»	» (1)
» oxalique (37,14)	1/6	53,33	1/6,7	1/12,5
» sulfurique (107,2)	1/17,1	152,35	1/17,1	1/32
Acides tribasiques				
Acide citrique (5,175)	1,75	5,08	1,70	1,3
» phosphorique (18,63)	0,60	14,81	0,60	1/3,75
» arsénique (14,43)	1/250	2222,2	1/250	1/264,7
Sels acides.				
Phosphate monosodique	4,9	1,812	4/5	4,3
» monopotassique	»	?	»	» (1)
Sulfate monopotassique	1/5,26	46,75	1/6	1/13
Arséniate bisodique	1/250	2222,2	1/300	1/352,9-1/375

Il faut admettre que l'effet toxique des acides et des sels acides est duc

(1) Même à l'état de saturation, ce corps n'empêchait pas la production des phénomènes.

non seulement à leur fonction chimique et à leur degré différent de dissociation, mais aussi à un autre fait, tel que la pénétration à travers la couche protoplasmique, plus ou moins empêchée par l'effet régulateur de cette dernière.

En dosant l'acidité des milieux après les expériences, j'ai pu constater que la plante ne se défendait pas en neutralisant l'acide, mais qu'au contraire elle avait encore, dans beaucoup de cas, produit une quantité plus ou moins grande d'acide.

L'augmentation d'acidité pouvait provenir de la combustion incomplète du sucre (c'est ce que prouve, dans quelques cas, la présence de l'acide oxalique), ou bien de la mise en liberté des acides minéraux par la consommation de l'ammoniaque (Tanret). C'est en présence de l'acide arsénique et de son sel disodique que j'ai observé la production la plus grande d'acidité.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie.

Ph. v. T.

N° 2.

TABLE DES ARTICLES (Séance du 8 Juillet 1912).

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ÉLECTIONS.

PRÉSENTATIONS.

CORRESPONDANCE.

N° 2.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

50192 PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : Gauthier-Villars.

1912

DEUXIÈME SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME 155.

N° 3 (16 Juillet 1912).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1912

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Toute Note manuscrite d'un Membre de l'Académie ou d'une personne étrangère ne pourra paraître dans le *Compte rendu* de la semaine que si elle a été remise le jour même de la séance.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Les *Comptes rendus* ne reproduisent pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin ; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* ne contiennent ni planches, ni figures.

Dans le cas exceptionnel où des figures seraient autorisées, l'espace occupé par ces figures comptera pour l'étendue réglementaire.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 16 JUILLET 1912.

PRÉSIDENCE DE M. A. GAUTIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur quelques mélanges gazeux naturels particulièrement riches en hélium. Gisements d'hélium.* Note de MM. **Ch. Moureu** et **A. Lepape.**

1. Les cinq gaz rares : hélium, néon, argon, krypton, xénon, sont constamment présents dans les mélanges gazeux qui se dégagent aux griffons des sources thermales (*gaz spontanés*). Ce fait est établi, dans toute sa généralité, par les nombreuses expériences que M. Moureu a exécutées depuis 10 ans, avec, depuis 1905, la collaboration de M. R. Biquard, puis de M. A. Lepape.

Si les teneurs en argon, krypton et xénon sont, du moins après élimination de l'anhydride carbonique, de l'ordre de celles qu'on trouve dans l'air, l'hélium, par contre, y est toujours plus abondant (1). Dans quelques cas, sa proportion dans le mélange est très élevée; et il y avait lieu de distinguer tout particulièrement, à cet égard, la source de Maizières (Côte-d'Or), dont le gaz spontané brut renferme, en volumes, 5,92 pour 100 d'hélium.

---

(1) *Recherche sur les gaz rares des sources thermales. Leurs enseignements concernant la Radioactivité et la Physique du globe* (Conférence faite par M. Moureu, devant la Société chimique de France, le 20 mai 1911. — *Bull. Soc. chim.*, juillet 1911).

Nous ne sommes pas encore parvenus à doser avec exactitude le néon. Mais nos premiers essais nous permettent de penser que sa proportion sera généralement négligeable devant celle de l'hélium. — Nous comptons comme hélium, dans toutes ces recherches, le gaz non absorbé par le charbon de noix de coco (Dewar) à la température de l'air liquide.

Nous venons, à Santenay (Côte-d'Or), de rencontrer trois gaz spontanés où la concentration de l'hélium est encore et notablement plus forte : source Lithium, 10,16 pour 100; source Carnot, 9,97 pour 100; source Fontaine Salée, 8,40 pour 100 (¹).

Si l'on combine ces chiffres avec les débits gazeux totaux, on s'aperçoit immédiatement qu'on a affaire à de véritables gisements d'hélium. Il est intéressant de rapprocher des sources de Santenay celles qui, à notre connaissance, étaient jusqu'ici les plus remarquables au point de vue de l'hélium (teneur ou débit). C'est ce que nous faisons dans le Tableau suivant :

Station et source.	Hélium (pour 100 du gaz spontané brut).	Débits. Gaz spontanés (en litres par an).	Débits. Hélium (en litres par an).
Santenay (Côte-d'Or) :			
Source Lithium	10,16	51 000	5 182
» Carnot	9,97	179 000	17 845
» Fontaine Salée	8,40	»	»
Maizières (Côte-d'Or) :			
Source Romaine	5,92	18 250	1 080
Grisy (Saône-et-Loire) :			
Source d'Ys	2,18	»	»
Bourbon-Lancy (Saône-et-Loire) :			
Source du Lymbe	1,84	547 500	10 074
Néris (Allier) :			
Source César	0,97	3 504 000	33 990
La Bourboule (Puy-de-Dôme) :			
Source Choussy	0,01	30 484 800	3 048

2. Le grand intérêt de ces résultats tient à ce fait que l'hélium est l'un des produits de désintégration des substances radioactives (Ramsay et Soddy,

(¹) Rappelons que la teneur de l'air atmosphérique en hélium est 0,00050 pour 100, d'après les dernières déterminations de M. Georges Claude (*Comptes rendus*, t. 148, 1909, p. 1454).

Les proportions d'hélium par rapport à l'*azote brut* (azote + gaz rares), dans les sources de Santenay, sont : source Lithium, 10,5 pour 100; source Carnot, 10,3 pour 100; source Fontaine Salée, 8,65 pour 100. Nous remarquerons, à ce propos, que, d'après nos récentes études sur les grisous, l'*azote brut* du grisou de Mons est encore plus riche (13 pour 100).

Mme Curie et Debierne, Boltwood) (1). Au sein de l'écorce terrestre, où les substances radioactives sont universellement diffusées, il se produit donc de l'hélium d'une façon continue, et ce gaz s'accumule dans les roches, ou s'en dégage, depuis l'époque de leur formation.

Or, si l'hélium qui s'échappe constamment aux griffons des sources thermales a été entièrement engendré par des substances radioactives, il doit exister une relation quantitative entre le volume d'hélium produit et le poids des corps radioactifs qui lui ont donné naissance. L'hélium des sources peut être alors de l'hélium *jeune*, qui se dégage au fur et à mesure qu'il se produit, ou de l'hélium *fossile*, qui n'est libéré qu'après une accumulation très longue dans les minéraux.

A titre d'exemple, considérons l'hélium dégagé par la source Carnot, de Santenay, dont le volume annuel s'élève à 17845l. Dans l'hypothèse de l'hélium jeune, il ne faudrait pas moins de 91 tonnes de radium (2) et de 500 millions de tonnes de pechblende ou de thorianite (3), pour produire chaque année cette quantité d'hélium. En adoptant l'autre conception (hélium fossile), l'hélium de la source Carnot exigerait, chaque année, la désagrégation d'environ 2 tonnes de thorianite, ou de 167 tonnes de pechblende, ou encore de 300000 tonnes de granit (4).

Ce seul exemple, par l'énormité du nombre auquel il conduit pour la masse de radium dont il faudrait supposer l'existence, suffit, évidemment, à exclure la première hypothèse (hélium jeune). Quant à la seconde (hélium fossile), si elle n'est pas entièrement vraie, on peut affirmer qu'elle l'est au moins partiellement.

---

(1) Les travaux de M. Rutherford ont établi que les particules α, émises par la plupart des éléments radioactifs, ne sont autres que des atomes d'hélium électrisés positivement.

(2) Le volume d'hélium produit par 1g de radium en un an a été mesuré par Sir W. Ramsay, puis par Sir J. Dewar et, tout récemment, par MM. Boltwood et Rutherford. D'après ces derniers auteurs, 1g de radium en équilibre radioactif avec tous ses termes de désintégration produit 195$^{mm^3}$ d'hélium par an (*Le Radium*, t. VIII, 1911, p. 381).

(3) La vitesse de production de l'hélium par la thorianite et la pechblende est d'environ $3{,}5.10^{-8}$ cm³ et $3{,}2.10^{-8}$ cm³ par gramme et par an (R.-J. Strutt, *Proc. of the Royal Society*, A, vol. LXXXIV, 1910, p. 379).

(4) Pour ces derniers calculs, nous avons également utilisé les données de M. Strutt.

Nous rappellerons, à propos du granit, que M. A. Gautier avait signalé l'hélium parmi les gaz qui s'en dégagent sous l'action de la chaleur.

3. L'examen du Tableau ci-dessus nous conduit à faire une remarque d'un autre ordre. Les cinq premières stations : Santenay, Maizières, Grisy, Bourbon-Lancy, Néris, sont situées sur une bande relativement étroite de territoire, dont l'orientation est sensiblement S.O.-N.E. On constate, en outre, que, dans cette même région, viennent se ranger les sources de Bussang, Luxeuil, Saint-Honoré et Bourbon-l'Archambault, dont la teneur en hélium est également notable. De sorte que les trois quarts des stations étudiées par nous dont les sources sont les plus riches en hélium (soit environ le quart des stations françaises dont nous avons eu l'occasion de nous occuper) sont groupées au voisinage d'une ligne passant sensiblement par les villes de Moulins, Dijon et Vesoul.

La richesse considérable en hélium de quelques sources thermales françaises, ainsi que leur distribution géographique, constituent donc, pour la Physique du globe, la Géologie et l'Hydrologie, une double donnée positive, dont la signification devra être recherchée.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le Tome LIX des *Archives de Médecine et de Pharmacie militaires*, publiées par ordre du Ministre de la Guerre.

2° *Géologie des environs de Paris*, par Stanislas Meunier, 2e édition.

3° Louis Gentil, *Le Maroc physique*. (Présenté par M. A. Lacroix.)

4° *L'alimentation du cheval*, par E. Lavalard. (Présenté par M. A. Müntz.)

5° *L'analyse des vins par volumétrie physico-chimique*, par Paul Dutoit et Marcel Duboux. (Présenté par M. Maquenne.)

6° *La flore algologique des régions antarctiques et subantarctiques*, par L. Gain. (Présenté par M. L. Mangin.)

7° *Traité de la Rage*, par V. Babes. (Présenté par M. E. Roux.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'indétermination des fonctions analytiques au voisinage d'un point singulier essentiel.* Note de M. **Émile Borel.**

M. Harald Bohr a publié récemment (*Comptes rendus*, t. 154, p. 1078; *Journal de Crelle*, t. 141, p. 217) des résultats fort intéressants, relatifs à l'allure de la fonction $\zeta(s)$ et de fonctions qui s'y rattachent, lorsque la variable s décrit certaines droites. On peut se demander si ces résultats tiennent à la définition particulière de la fonction ou si, au contraire, ce sont des cas particuliers de propositions plus générales, concernant l'indétermination des fonctions analytiques au voisinage d'un point singulier essentiel.

Considérons, pour simplifier, une fonction entière $Z = F(z)$ et supposons que la variable z s'éloigne à l'infini suivant un chemin non singulier, une ligne droite pour fixer les idées ; le point Z décrira une certaine courbe : *on doit regarder comme étant le cas général, le cas où cette courbe remplit tout le plan*, c'est-à-dire passe une infinité de fois aussi près qu'on veut de tout point du plan. Si l'on remplace le plan par la sphère de Riemann, l'analogie est frappante avec les propriétés des trajectoires que Boltzmann appelait *ergodiques*.

Le problème qui se pose ensuite est la classification des cas d'exception, dans lesquels la trajectoire de Z tend vers une limite (finie ou infinie), ou est parcourue périodiquement une infinité de fois, ou admet des courbes asymptotes, ou remplit seulement certaines aires (comme dans les cas considérés par M. Bohr); cette classification comprend d'ailleurs deux stades : classification des fonctions et classification des trajectoires.

On pourra consulter avec fruit, comme pouvant être rattachée à ces problèmes, une intéressante Note de M. Denjoy *Sur les fonctions entières d'ordre fini* (*Comptes rendus*, juillet 1907).

MÉCANIQUE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la mesure des frottements*, Note de M. **Jules Andrade.**

Bien des questions importantes relatives au frottement demeurent ajournées par suite de l'insuffisance de l'approximation des mesures.

Dans la présente Note, je décris un mode opératoire qui peut fournir déjà les coefficients de frottement à un demi-dix-millième près et qui

pourra pousser la précision jusqu'au cent-millième, c'est-à-dire vraisemblablement au delà de l'approximation des lois de Coulomb pour les *frottements industriels*.

La méthode dont j'ai indiqué le principe en 1908 et que je viens de réaliser, grâce à la collaboration de M. Fénon et de l'École d'Horlogerie de Besançon, a pour point de départ cette remarque fort simple et bien connue de ceux qui ont abordé le problème de la chronométrie :

Si un corps tournant, soumis à une force pendulaire simple, est, en outre, soumis à un frottement de moment constant, ce corps conservera des vibrations sinusoïdales, mais dont le point mort se déplace de part et d'autre du point mort de la force pendulaire, en sorte que les semi-amplitudes décroissent, tant que le mouvement dure, en progression arithmétique.

On peut réaliser, à très peu près, ces conditions par l'emploi d'une roue pendule, les perturbations introduisant deux termes de correction faciles à évaluer. Ma roue pendule qui, sur son couteau, peut osciller *pendant plus de 4 heures*, est soumise à un frottement sous une pression constante N dont l'intensité est assez grande pour éteindre le mouvement du pendule en 3 ou 4 vibrations, *c'est-à-dire au bout de 9 ou 12 secondes*.

En négligeant d'abord la petite irrégularité de la force pendulaire aux amplitudes réalisées, la résistance du couteau et la résistance de l'air encore plus faible sous la roue fermée, nous aurons la loi suivante :

Soient MgL le moment maximum de la pesanteur sur la roue pendule, $fN\rho$ le moment sur le bras de levier ρ du frottement dû au coefficient f, u_0 et u_n les valeurs absolues des semi-amplitudes commençantes de la première et de la ($n+1^{\text{ième}}$) oscillation simple; pour déterminer f, on aura la relation

$$u_0 - u_n = 2n \frac{N\rho}{MgL} f. \tag{1}$$

Première mesure. — Au moyen d'un premier microscope fixe on regarde le déplacement de la roue pendule qui amène devant le fil horizontal du réticule successivement deux traits préalablement tracés sur une bande de papier ou sur un ruban de métal invar enroulé sur la portion supérieure de la roue; on détermine le poids P de la surcharge verticale qui, pendue à l'une des bandes, produit le déplacement observé de la roue de rayon R; ayant mesuré la distance e des deux traits sur la bande, on a

$$P.R = MgL \sin\left(\frac{e}{R}\right). \tag{2}$$

e est d'environ 2^{cm}, on le mesure au $\frac{1}{1000}$ de millimètre, P (environ 2^{kg}) est mesuré au centigramme.

Deuxième mesure. — La mesure de $N\rho$, c'est-à-dire de ρ et de N, exige quelques précautions. Dans mon premier dispositif, M. Fénon produisait la pression N par deux leviers parallèles appuyant sur deux portions d'un cylindre géométrique concentrique au couteau, et dont l'axe horizontal commun était porté par une glissière susceptible d'une translation verticale et d'une translation horizontale, toutes deux parallèles au plan de la roue.

Ce dispositif, commode pour la réalisation de grandes valeurs de N, a cependant un inconvénient : un défaut de réglage non seulement influe sur la détermination de N, mais encore produit un petit déplacement du point mort de la roue pendule, ce qui oblige à n'employer la formule (1) que pour n pair.

Pour cette raison, dans un second dispositif je produis la pression N par un pendule, chargé en équerre, dont le moment *maximum* de pesanteur produit ainsi une détermination précise de N, cette pression peut d'ailleurs être produite soit sur le pourtour, soit sur la joue de la roue; cette dernière disposition a l'avantage d'éviter de *tailler rond* les matières soumises au frottement.

Enfin, on dédouble la pression N qui s'exerce sensiblement aux extrémités d'un même diamètre horizontal de la roue, de manière que les frottements agissent en un *couple* sur la roue, ce qui est particulièrement avantageux.

A cause de $R = 1^m$, les pressions N peuvent alors être réduites à quelques centaines de grammes.

Troisième mesure. — Pour mesurer la réduction des amplitudes, deux méthodes :

1° L'enregistrement photographique des vibrations;

2° L'inscription d'une vibration.

Je n'ai pas encore terminé la construction du dispositif réalisant la première méthode mais voici le dispositif très simple fondé sur la seconde méthode et qui suffit jusqu'à une précision du $\frac{1}{3000}$.

La plate-forme d'un microscope débarrassé de sa lunette est placée, parallèlement au plan de la roue, vers l'extrémité d'un diamètre horizontal de celle-ci; la vis micrométrique principale est verticale, la plate-forme du microscope porte une plaque de verre légèrement noircie; sur elle se fera l'inscription de la vibration pourvu qu'on ait soin de mouvoir légèrement la vis secondaire de la plate-forme du microscope.

Après inscription, on reporte le corps du microscope vers sa lunette et l'on effectue les mesures.

Enfin, si l'on veut tenir compte du mode d'action véritable du poids de la roue pendule aux petites amplitudes, la méthode de la variation des constantes introduit dans l'équation (1) un terme en u_0^2 dont le coefficient est facile à calculer.

Ceci exige, n étant pair ou impair, qu'une ligne de foi soit tracée sur le verre noirci, pour y repérer la position du point mort de la roue pendule.

ÉLECTRICITÉ. — *Éclateur électrométrique.* Note de MM. **A. Guillet** et **M. Aubert**, présentée par M. G. Lippmann.

I. On obtient simplement un électromètre absolu commode de la manière suivante : une sphère conductrice creuse, très légère, est suspendue par un fil long et fin à un dynamomètre sensible, de forme quelconque, en regard d'un conducteur plan horizontal.

La sphère étant au sol, si le plan est porté au potentiel V, la sphère descend d'une longueur qu'on relève sur un index solidaire du fil, et qui fait connaître la force F (voir p. 139) exercée entre les deux conducteurs. De la mesure préalable de la distance de l'index au plan et au bas de la boule, et du rayon a de la boule, on déduit u.

Par un choix convenable de a, on peut toujours placer la sphère à une distance

$$\delta = a(u - 1)$$

du plan plus grande que la distance explosive correspondante Δ, la force F restant constante. Pour substituer aisément une boule à une autre, il est bon de terminer le fil de suspension par une petite goupille conique qu'on introduit par pression dans le trou dont la boule est munie.

Voici quelques valeurs *calculées* de F et de X, pour V = 1 u. e. s.

$u =$	1,36;	1,643;	2,	3.
$F =$	0,4847;	0,226;	0,1206;	0,0408.
$X =$	$0,187a$;	$0,1135a$;	$0,0713a$;	$0,0294a$.

On a toujours $u > 1$, en conséquence la série $\sum \frac{1}{U_p}$ est convergente, ainsi que la série F, puisque le rapport $\alpha_{p+1,p}$ de deux termes consécutifs est tel que

$$\lim \alpha_{p+1,p} = \frac{1}{u + \sqrt{u^2 - 1}}.$$

De plus, $\alpha_{p+1,p}$ est inférieur à 1 et tend vers sa limite par valeurs décroissantes, donc en s'arrêtant au terme Y_p, d'indice p, on commet, sur cette série F, une erreur très inférieure à

$$Y_p \frac{\alpha}{1 - \alpha}.$$

Pour u variant de 1,36 à 3 on pourra, pour le calcul de V, faire usage de

la formule approchée suivante :

$$F = -\frac{V^2}{4}\frac{1}{(u-1)(u+0,073)}.$$

Le paramètre X intervient dans les méthodes pendulaires; il faut avoir soin alors de donner au pendule à l'état neutre une longue période d'oscillation.

II. Ce dispositif, auquel on peut substituer deux sphères, constitue un excellent *éclateur électrométrique*. En élevant progressivement le potentiel V, la sphère descend progressivement, et l'étincelle éclate à l'instant où δ prend la valeur Δ.

Voici, à titre d'exemple, une série de déterminations faites avec un ressort à boudin, la sphère ayant un rayon de 14^{mm}, et la distance explosive variant de $0^{mm},5$ à 10^{mm}; constante du dynamomètre : $37^{mm},64$ pour 981 dynes.

f dynes.	Δ. (mm)	V.	V : Δ.
210,1	1,37	14,542	10,6
269,5	1,99	20,857	10,1
297,7	2,07	21,421	10,8
318	2,21	24,899	10,3
347,7	2,47	26,412	10,7
381	3,07	31,760	10,4
413,3	3,13	33,517	10,7
458,2	3,37	37,012	11,0
588,5	5,36	57,531	10,7
707,1	8,48	88,443	10,4
777,2	9,82	103,825	10,5
		Moyenne..........	10,5

On a donc pour la relation entre la distance explosive et le potentiel correspondant

$$V_{u.e.s.} = 105 \times \Delta_{cent.},$$

ce qui donne pour le potentiel explosif, plan-sphère (14^{mm}) et dans l'air du laboratoire, pour $\Delta = 1^{cm}$,

31500 volts.

Afin d'éviter toute oscillation dans le cas d'une source subissant de brusques variations, on calcule par défaut la position approximative δ' de la boule pour les diverses distances explosives à estimer et, par le jeu d'une vis micrométrique, on amène le dynamomètre très près de la position qu'il

doit prendre. Il n'y a plus alors qu'à relever le très petit déplacement complémentaire ε.

On a

$$\Delta = \delta' + \varepsilon.$$

Il est évident qu'un tel éclateur peut fonctionner dans tous les milieux fluides et ne fait intervenir que la seule discontinuité intéressée.

PHYSIQUE. — *Densités de quelques gaz et vapeurs.* Note de M. A. **Leduc**, présentée par M. E. Bouty.

J'ai calculé par la méthode déjà décrite (*Annales de Chim. et de Phys.*, 8e série, t. XIX, p. 459) les densités par rapport à l'air d'un certain nombre de gaz dont on connaît le point critique. Je rappelle seulement que cette densité peut être calculée à 1 ou 2 dix-millièmes près si l'on possède une bonne détermination de la compressibilité de ce gaz à une température et entre deux pressions arbitrairement choisies.

Si l'on ne possède aucune expérience de ce genre, l'erreur peut s'élever à plusieurs millièmes et atteindre même 5 à 8 millièmes dans le cas des vapeurs qui s'écartent le plus de la loi de Mariotte (heptane, hexane, isobutyrate de méthyle, formiate de butyle) si ces vapeurs ne sont pas *normales*.

J'ai rapproché des densités calculées (pression normale, 0° ou 100°) les densités expérimentales connues. Pour quiconque a effectué des déterminations de densités de vapeurs il n'est point douteux que les nombres calculés soient, en général, plus voisins des valeurs exactes que les nombres expérimentaux.

	t.	d calculé.	d observé.
Acétone	100°	2,045	2,002
Acétonitrile	»	1,459	»
Acide sélénhydrique	0	2,850	2,795
Alcool éthylique	100	1,619	1,613
» méthylique	»	1,122	»
» propylique	»	2,130	»
» isopropylique	»	2,127	»
Benzène	»	2,7722	»
Butyle (iso-) formiate	»	3,665	»
Chloroforme	»	4,220	4,20
Dichlorure d'éthylène	»	3,519	»
Diéthylamine	»	2,5844	»

	t.	d calculé.	d observé.
Diisopropyle	° »	3,077	»
Diméthylamine	»	1,5876	»
Éthane	0	1,0496	1,0494
Éther ordinaire	100	2,616	2,586
Éthylamine	»	1,578	1,573
Éthylacétate	»	3,140	»
Éthylchlorure	»	2,257	2,22
Éthylformiate	»	2,617	»
Éthylpropionate	»	3,694	»
Éthylène	0	0,9753	0,978
Heptane	100	3,718	»
Hexaméthylène	»	3,014	»
Hexane	»	3,089	»
Méthylamine	0	1,098	1,080
Méthylacétate	100	2,617	»
Méthylisobutyrate	»	3,709	»
Méthylchlorure	0	1,785	1,7825
Méthylfluorure	»	1,187	1,22
Méthylformiate	100	2,105	»
Méthyloxyde	0	1,629	1,632
Méthylpropionate	100	3,141	»
Pentane	»	2,588	»
Pentane (iso-)	»	2,5834	»
Propane	0	1,558	»
Propylamine	100	2,079	»
Propylchlorure	»	2,766	»
Propylformiate	»	3,145	»
Siliciure d'hydrogène	0	1,120	»
Sulfure de carbone	100	2,683	2,645
Tétrachlorure de carbone	»	5,494	5,415
Triéthylamine	100	3,650	»
Triméthylamine	»	2,070	»

PHYSICO-CHIMIE. — *Sur les radiations efficaces dans la synthèse photochimique des composés quaternaires, dans la polymérisation de divers gaz et dans la photolyse de l'acétone.* Note de MM. **Daniel Berthelot** et **Henry Gaudechon**, présentée par M. E. Jungfleisch.

Sainte-Claire Deville a montré que les composés binaires les plus simples, tels que la vapeur d'eau ou l'anhydride carbonique, sont dissociés à haute

température, avec production d'équilibres réversibles entre les composés et leurs constituants. Mais on n'observe rien de tel avec les composés complexes, tels que les corps organiques ternaires ou quaternaires qui sont altérés ou détruits par la chaleur.

Nous avons réussi à élargir le domaine des réactions réversibles au moyen de la lumière qui est un agent moins brutal que la chaleur et à inaugurer une chimie des hautes fréquences vibratoires analogue à la chimie des hautes températures, mais s'appliquant aux corps organiques comme aux corps minéraux. Nous avons trouvé que les rayons ultraviolets, non seulement engendrent les équilibres des composés binaires, mais permettent de réaliser aux dépens des gaz oxyde de carbone et hydrogène la formation réversible de l'aldéhyde formique, le plus simple des composés ternaires, le point de départ des hydrates de carbone et des sucres.

Nous avons cherché à étendre cette étude aux composés quaternaires.

Synthèse de l'amide formique. — Nous avons découvert, il y a 2 ans, que les rayons ultraviolets combinent à volumes égaux les gaz oxyde de carbone et ammoniac, en donnant un dépôt épais et huileux d'amide formique, c'est-à-dire du plus simple des corps quaternaires, point de départ des matières albuminoïdes et protéiques qui forment la substance des êtres vivants.

Cette synthèse se produit (*Journ. de Pharm. et de Chim.*, 1er juillet 1910) en quelques heures sous l'action de la lampe en quartz à vapeur de mercure qui contient une notable proportion d'ultraviolet extrême ($\lambda < 0^{\mu},2$).

Elle a lieu également, bien que plus lentement, dans l'ultraviolet moyen ($0^{\mu},2$ à $0^{\mu},3$). Le mélange gazeux a été irradié à 35^{mm} de la lampe à mercure verticale Heraeus de 110 volts (au régime de 3,2 ampères sous 63 volts aux bornes), derrière une cuve à faces de quartz de $2^{mm},4$ d'épaisseur, remplie d'une couche de 10^{mm} d'eau distillée ayant séjourné plusieurs semaines dans un récipient de verre et absorbant l'ultraviolet extrême. En 3 heures, le volume initial de $1^{cm^3},80$, composé de $1^{cm^3},01\,CO + 0^{cm^3},79\,AzH^3$, s'est réduit à $1^{cm^3},40$ par disparition de volumes sensiblement égaux des deux gaz, et il s'est formé de l'amide formique.

En revanche, la synthèse n'a pas lieu dans l'ultraviolet initial ou solaire ($0^{\mu},3$ à $0^{\mu},4$). Un tube de quartz a été exposé au soleil du 21 juin 1910 au 16 juin 1911. Gaz initial : $1^{cm^3},82\,CO + 1^{cm^3},25\,Az\,H^3$; gaz final : $1^{cm^3},82\,CO + 0^{cm^3},93\,AzH^3$. L'ammoniaque disparu a formé avec le mercure un léger dépôt blanc, volatil vers 120°, et noircissant par l'hydrogène sulfuré. Mais l'oxyde de carbone initial se retrouve exactement, et il n'y a pas trace d'amide formique.

Pas plus que la synthèse photochimique des composés ternaires, celle des composés quaternaires ne s'effectue (en l'absence de chlorophylle et de diastases végétales) à la lumière solaire.

Décomposition de l'amide formique. — En chauffant ce corps vers son point d'ébullition, il se décompose en oxyde de carbone et ammoniac, le liquide restant incolore.

Les rayons ultraviolets semblent produire au premier moment une décomposition analogue, mais le phénomène se complique bientôt, et le liquide jaunit, ce qui peut s'expliquer par une déshydratation engendrant de l'acide cyanhydrique, et, consécutivement, des corps analogues aux composés azulmiques. Finalement, tout l'azote et l'hydrogène restent engagés dans ces corps complexes, et le mélange gazeux recueilli est formé de $\frac{2}{3}$ d'oxyde de carbone et $\frac{1}{3}$ d'anhydride carbonique. Nous avons retrouvé presque exactement cette composition dans plusieurs expériences à des distances variées de la lampe, ainsi que derrière l'écran de 10^{mm} d'eau distillée, ce qui montre que l'ultraviolet extrême, si facilement absorbable par l'air et par l'eau, ne joue pas ici un rôle différent de l'ultraviolet moyen.

La décomposition de l'amide formique a d'ailleurs déjà lieu à la lumière solaire, avec jaunissement du liquide, bien que très lentement. La quantité de gaz dégagée en 8 jours de grand soleil ne dépasse pas celle obtenue en 5 minutes à 32^{mm} de la lampe derrière 10^{mm} d'eau.

Il résulte de là qu'on retrouve les mêmes radiations efficaces dans la décomposition de l'amide formique que dans celle de l'aldéhyde formique : il en était de même pour leur formation. Les conditions d'équilibre photochimique sont analogues pour ces deux corps.

Réactions de polymérisation. — La lumière, comme la chaleur, mais à un degré encore plus marqué, comme nous l'avons fait voir (*Comptes rendus*, t. 150, p. 1169), produit les polymérisations qui jouent un si grand rôle dans la formation naturelle des produits végétaux (M. Berthelot, *Méthodes générales de Synthèse*, p. 182 et 183).

Cyanogène, exposé au soleil, en tube de quartz mince, du 16 juillet 1910 au 16 juin 1911. Volume initial : $3^{cm^3},03$; volume final : $2^{cm^3},89$; léger dépôt solide brun sur le mercure. Il y a eu contraction et polymérisation, quoique à un degré bien moindre qu'avec la lampe à mercure.

Acétylène, exposé au soleil le même temps. Volume initial : $1^{cm^3},79$; volume final identique. Aucun dépôt solide, ni sur le tube, ni sur le mercure. La polymérisation de l'acétylène n'a donc pas lieu dans l'ultraviolet solaire; mais elle se produit dans l'ultraviolet moyen ; le polymère solide jaune fauve, qui apparaît en moins de 1 minute sur les parois du tube placé dans l'air à 32^{mm} de la lampe, se produit après 10 minutes environ à travers l'écran de 10^{mm} d'eau.

Réactions de photolyse. — La *photolyse de l'acétone pure* $CH^3 - CO - CH^3$ en volumes égaux d'oxyde de carbone CO et d'éthane $CH^3 - CH^3$ est un des dégagements gazeux les plus rapides qu'on observe avec la lampe à mercure. Cette réaction n'a pas lieu dans l'ultraviolet solaire : dans des tubes

exposés au soleil du 14 août 1910 au 16 juin 1911, il n'a pas apparu la plus minime bulle de gaz.

La *solution aqueuse d'acétone* est décomposée rapidement par la lampe à mercure, comme l'acétone pure, en oxyde de carbone et éthane; mais il se produit simultanément une hydratation lente qui donne de l'acide acétique et du gaz méthane. Cette dernière réaction se produit seule aux rayons solaires, comme l'a déjà reconnu M. Ciamician. Des solutions à 10 pour 100 d'acétone, en tubes de verre ou de quartz, ont été exposées au soleil du 16 septembre 1910 au 16 juin 1911; au bout de quelques jours a commencé un dégagement gazeux qui s'est continué régulièrement. Le gaz est du méthane presque pur ($0,95\,CH^4 + 0,05\,CO^2$); la solution est devenue acide par formation d'acide acétique.

Dans ce cas, l'eau ne joue pas seulement le rôle de solvant inerte; mais à la photolyse de l'acétone, qui exige l'ultraviolet moyen ou extrême, se superpose son hydratation lente, qui a déjà lieu à la lumière solaire; en sorte que, suivant la composition du rayonnement, l'une ou l'autre des réactions peut dominer. Il y a là un exemple frappant de la complexité de certaines réactions photochimiques.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les nitrates anhydres d'uranyle et de zinc.* Note de M. **Markétos**, présentée par M. A. Gautier.

Le nombre des nitrates anhydres actuellement connus est petit; jusqu'à ces dernières années, ils se réduisaient à ceux des seuls éléments alcalins et d'argent, et des éléments alcalino-terreux et du plomb; c'est que les deux méthodes de préparation qui s'offraient le plus naturellement à l'esprit restèrent pendant longtemps infructueuses.

I. Un des procédés utilisés consistait à traiter à chaud les nitrates, au maximum d'hydratation, par de l'acide nitrique concentré; en opérant avec de l'acide nitrique monohydraté, Ditte (¹) n'a réussi à préparer que des nitrates moins hydratés, avec le manganèse, le magnésium, l'aluminium, le zinc, l'uranium, le cuivre et le fer. On explique aisément ce fait, par la dilution de l'acide sous l'influence de l'eau du nitrate et de l'eau issue de la décomposition de l'acide nitrique.

(¹) Ditte, *Comptes rendus*, t. 89, 1879, p. 643.

Mais MM. Guntz et Martin [1], en distillant de l'anhydride azotique sur la solution de l'hydrate dans l'acide nitrique concentré, ont pu, très élégamment, préparer les nitrates de cuivre, de manganèse, de nickel et de cobalt. Cette méthode paraît se limiter aux nitrates peu solubles dans l'acide nitrique, ou peu avides d'eau.

II. Quand on chauffe un nitrate hydraté dans le but d'obtenir un nitrate anhydre, on aboutit généralement à un nitrate basique, ou même à un hydrate d'oxyde métallique; ce résultat s'explique par le fait que les oxydes métalliques, qui ne sont pas des bases très fortes, retiennent plus énergiquement les dernières molécules d'eau que le radical NO^3, ainsi que cela se passe notamment avec le nitrate de magnésium $(NO^3)^2Mg, 6H^2O$, qui se décompose partiellement à 350°, en dégageant des vapeurs nitreuses, tout en conservant une molécule d'eau.

J'ai pensé qu'on pourrait préparer commodément les nitrates anhydres, en les déshydratant à chaud, dans une atmosphère d'acide nitrique, de même qu'on obtient les chlorures anhydres par déshydratation dans le gaz chlorhydrique, des chlorures hydratés. J'ai pu aussi préparer les nitrates anhydres d'uranyle $(NO^3)^2UO^2$ et de zinc $(NO^3)^2Zn$.

Mais cette préparation est délicate pour deux raisons :

1° Dans les conditions de milieu réalisées dans leur préparation et au-dessus de cette température, leur domaine de stabilité est extrêmement étroit; car le nitrate d'uranyle obtenu à 170°-180° se décompose déjà à 200°; celui de zinc préparé à 130°-135° est décomposé dès 140°.

2° Il est nécessaire de ne diriger sur le nitrate soumis à la déshydratation que des vapeurs d'acide nitrique aussi exemptes d'eau que possible, ce qui est réalisé en faisant barboter de l'anhydride carbonique sec dans de l'acide nitrique de densité 1,4 additionné du quart de son volume d'acide sulfurique à 66° B. dans le cas du nitrate d'uranyle, et dans un mélange, porté à 40°, d'anhydride phosphorique et d'acide nitrique à 51° B. pour le nitrate de zinc.

Nitrate d'uranyle $(NO^3)^2UO^2$. — On en connaît 3 hydrates :

l'hexahydrate $(NO^3)^2UO^2, 6H^2O$,
le trihydrate $(NO^3)^2UO^2, 3H^2O$,
le dihydrate $(NO^3)^2UO^2, 2H^2O$.

Le premier s'obtient par cristallisation de la solution dans l'acide nitrique d'un oxyde d'uranium.

---

[1] GUNTZ et MARTIN, *Bull. Soc. chim.*, t. V, 1909, p. 1004.

Le trihydrate s'obtient en abandonnant l'hexahydrate dans l'air sec à la pression ordinaire.

Le dihydrate a été préparé successivement par Löwenstein (¹), par M. Wassilew (²), puis par M. Lebeau (³).

En cherchant à réaliser le nitrate anhydre par double décomposition entre l'acide nitrique et le chlorure d'uranyle Cl^2UO^2 ou l'oxalate $C^2O^4, UO^2 + H^2O$, je n'ai obtenu qu'un corps rouge, partiellement soluble dans l'eau, de composition variable, et présentant un déficit considérable en NO^3, par rapport à $(NO^3)^2UO^2$.

En déshydratant le trihydrate dans les conditions précisées plus haut, on obtient un corps jaune, amorphe, soluble dans l'eau et répondant exactement à la composition $(NO^3)^2UO^2$. Voici une analyse particulière :

	NO^3 pour 100.	UO^2 pour 100.
Observé	31,62	68,50
Calculé	31,44	68,56

Il agit sur l'éther anhydre avec une grande énergie, car une goutte de ce réactif tombant sur ce sel provoque sa décomposition avec un abondant dégagement de vapeurs nitreuses.

De même, il absorbe l'humidité de l'air en s'y combinant; à ce point de vue, j'ai déterminé les chaleurs d'hydratation de ce sel en mesurant les chaleurs de dissolution du nitrate anhydre et des 3 hydrates.

$$(NO^3)^2UO^2 + Aq = (NO^3)^2UO^2 \text{ diss.} + 16^{Cal},$$
$$(NO^3)^2UO^2, 2H^2O + Aq = (NO^3)^2UO^2, 2H^2O \text{ diss.} + 5^{Cal},42,$$
$$(NO^3)^2UO^2, 3H^2O + Aq = (NO^3)^2UO^2, 3H^2O \text{ diss.} + 2^{Cal},$$
$$(NO^3)^2UO^2, 6H^2O + Aq = (NO^3)^2UO^2, 6H^2O \text{ diss.} - 4^{Cal}H.$$

On en déduit aisément :

$$(NO^3)^2UO^2 + 2H^2O = (NO^3)^2UO^2, 2H^2O + 10^{Cal},58 \quad \text{et pour } 1\,H^2O, \quad 5^{Cal},25,$$
$$(NO^3)^2UO^2, 2H^2O + H^2O = (NO^3)^2UO^2, 3H^2O + 3^{Cal},42 \quad \text{et pour } 1\,H^2O, \quad 3^{Cal},42,$$
$$(NO^3)^2UO^2, 3H^2O + 3H^2O = (NO^3)^2UO^2, 6H^2O + 6^{Cal},76 \quad \text{et pour } 1\,H^2O, \quad 2^{Cal},25.$$

Ainsi se vérifie, dans ce cas particulier, ce fait général, que les chaleurs d'hydratation des hydrates successifs d'un même sel ne vont jamais en croissant, mais peuvent décroître.

(¹) Löwenstein, *Zeit. f. anorg. Ch.*, t. LVIII, 1909, p. 103.
(²) Wassilew, *Journ. Soc. chim. russe*, t. XLII, 1910, p. 570.
(³) Lebeau, *Bull. Soc. chim.*, t. VII, 1911, p. 297.

Nitrate anhydre de zinc $(NO^3)^2Zn$. — Les cristaux très déliquescents de l'hexahydrate $(NO^3)^2Zn, 6H^2O$, que déposent à la température ordinaire les solutions acqueuses du nitrate de zinc, perdent $2H^2O$ dans le vide sec, et $3H^2O$ à 100°; à une température un peu supérieure, il se forme un nitrate basique.

Le tétrahydrate déshydraté comme il a été dit, dans une atmosphère d'acide nitrique à 130°-135°, donne naissance à un corps pâteux, cristallisant par refroidissement en un corps qui se dissout dans l'eau avec grand dégagement de chaleur, et répondant exactement à la composition $(NO^3)^2Zn$. On a trouvé :

	NO^3 pour 100.	Zn pour 100.
Observé	65,42	34,24
Calculé	65,47	34,53

Je me propose d'étendre ce procédé à la préparation de nitrates anhydres non encore obtenus.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le rendement de la réaction de Grignard.* Note de M. **Pierre Jolibois**, présentée par M. H. Le Chatelier.

M. Grignard (1) a montré que le magnésium se dissout dans une solution éthérée d'iodure d'éthyle. Il a admis, et cette opinion est généralement répandue, que le corps qui se forme répond à la formule $Mg\langle^{I}_{C^2H^5}$.

Plus tard, M. Blaise (2) a montré que l'éther faisait partie intégrante de la molécule du composé isolé auquel il assigne la formule $RMgX(C^2H^5)^2O$.

Je me suis proposé au début de ces recherches de mesurer les tensions de vapeur d'éther qui existent au-dessus de ce composé en voie de dissociation.

A cet effet, j'ai préparé l'organo-magnésien au moyen d'éther et d'iodure d'éthyle distillés dans le vide sur le sodium, dans un appareil entièrement en verre soudé, muni d'un manomètre et d'une trompe à mercure.

J'ai tout d'abord constaté qu'il se produit, lorsqu'on opère sans pré-

(1) Grignard, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. XXIV, p. 433.

(2) Blaise, *Comptes rendus*, t. 132, p. 839.

cautions, une réaction secondaire différente de celle signalée par Tissier et Grignard [1].

243^{mg} de magnésium agissant sur 2$^{cm^3}$ d'iodure d'éthyle en présence de 2$^{cm^3}$ d'éther ont donné en se dissolvant dans la solution d'éther et d'iodure préparée d'avance 200$^{cm^3}$ de gaz. Ce gaz, analysé par le brome et par combustion eudiométrique, est composé de volumes sensiblement égaux d'éthane et d'éthylène.

Cette réaction est identique à celle signalée par Cahours [2] et par Löhr [3] dans l'action du magnésium par l'iodure d'éthyle en tubes scellés

$$2\,C^2H^5I + Mg = MgI^2 + C^2H^4 + C^2H^6.$$

Lorsqu'au lieu d'éther on se sert d'anisol comme dissolvant, on constate un dégagement des mêmes gaz.

Au contraire, si à la place de faire au préalable le mélange d'éther et d'iodure d'éthyle, on fait tomber goutte à goutte l'éther iodhydrique, le rendement est amélioré; c'est d'ailleurs la technique généralement employée.

Dans une expérience faite avec les mêmes quantités de matière que celle que je viens de décrire, le dégagement fut seulement de 15$^{cm^3}$ en ajoutant l'iodure d'éthyle au fur et à mesure de la dissolution du magnésium. On peut d'ailleurs remarquer l'influence de cette réaction secondaire par un moyen plus simple.

L'action de l'iode sur les dérivés magnésiens régénère l'iodure

$$C^2H^5MgI + 2I = MgI^2 + C^2H^5I.$$

Si l'on fait tomber dans l'organo-magnésien une solution d'iode dans l'éther anhydre, cette solution est décolorée jusqu'à ce que le composé de Grignard ait disparu; d'où une méthode de titration.

Si l'on fait la préparation de l'iodure de magnésium éthyle en mélangeant au préalable les liquides réactionnels et en refroidissant pour empêcher la réaction de s'accélérer, le rendement calculé d'après la titration à l'iode fut, dans une expérience, de 45 pour 100.

Au contraire, en ajoutant l'iodure lentement, jusqu'à dissolution complète du magnésium, le rendement fut de 91 pour 100.

J'ai cherché à expliquer cette divergence en étudiant l'action du dérivé organo-magnésien sur l'iodure d'éthyle.

---

(1) Tissier et Grignard, *Comptes rendus*, t. 132, p. 835.
(2) Cahours, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. LVIII, p. 17.
(3) Löhr, *Lieb. Ann.*, t. 261, p. 48.

J'ai préparé le réactif de Grignard en prenant les précautions signalées.

243^{mg} de magnésium, 10^{cm³} d'éther et la quantité d'iodure nécessaire pour dissoudre complètement le magnésium ont été mis en jeu. Une fois la réaction effectuée, j'ai éliminé l'éther en excès en faisant le vide de la trompe à mercure (à la température ordinaire). Puis j'ai ajouté 5^{cm³} d'iodure d'éthyle anhydre. Au bout de 17 jours il s'était produit un dégagement gazeux de 400^{cm³} et le produit liquide qui restait comme résidu ne dégageait plus de gaz par l'action de l'eau.

La réaction parasite que j'ai signalée peut donc se formuler

$$MgIC^2H^5 + C^2H^5I = MgI^2 + C^2H^4 + C^2H^6$$

comme le démontre l'analyse des gaz recueillis :

25^{cm³} traités par le brome ont donné 13^{cm³} de gaz résiduel.

Le résidu est de l'éthane dont la combustion eudiométrique donne pour le carbone des nombres un peu trop élevés provenant sans doute de traces de butane qui peuvent se former dans cette réaction. Le résultat pratique que l'on peut retenir est que dans la préparation du dérivé organo-magnésien il ne faut pas laisser l'éther iodhydrique en contact avec le composé organo-métallique et que si l'on veut ajouter une quantité connue de ce composé dans un réactif approprié pour effectuer une condensation, il est possible, au moyen de l'action de l'iode, de doser le magnésium actif.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Oxydation du parathymol. Sur le déhydrodiparathymol.* Note de MM. **H. Cousin** et **H. Hérissey**, présentée par M. E. Jungfleisch.

Le *parathymol* ou méthyl-1-isopropyl-3-oxy-4-benzène a été préparé par E. Guillaumin ([1]), il y a quelques années. Nos recherches antérieures sur l'oxydation de divers phénols, thymol, eugénol, isoeugénol, carvacrol ([2]) par le perchlorure de fer et par le ferment oxydant des Champignons, nous ont amenés à étudier l'action de ces deux agents sur le parathymol lui-même, qui est un isomère du thymol ordinaire (métathymol) et du carvacrol.

En suivant d'une façon générale la méthode indiquée par Guillaumin,

([1]) *Thèse Doct. Univ.* (*Pharm.*), Paris, 1909; *Bull. Soc. chim.*, 4e série, t. VII, 1910, p. 340.

([2]) *Comptes rendus*, t. 146, 1908, p. 292 et 1413; t. 147, 1908, p. 247; t. 150, 1910, p. 1333; *Bull. Soc. chim.*, 4e série, t. III, 1908, p. 585, 1066 et 1070; 4e série, t. VII, 1910, p. 661.

nous avons préparé, à l'état cristallisé et pur, le parathymol nécessaire à nos recherches.

Oxydation du parathymol par le perchlorure de fer. — 5g de parathymol sont dissous dans 50cm³ d'alcool à 90° et la liqueur obtenue est mélangée avec 10 litres d'eau. La solution aqueuse, filtrée sur un papier mouillé, est additionnée de 40cm³ de solution de perchlorure de fer (à 26 de Fe^2Cl^6 pour 100) ; on laisse à 16°-18° pendant 5 à 6 jours. Il se forme ainsi peu à peu un volumineux précipité jaune pâle, en grande partie cristallisé en aiguilles, qu'on essore à la trompe et qu'on lave à l'eau distillée. On traite ce précipité encore humide par 400cm³ de solution de soude étendue (10cm³ lessive des savonniers pour 390cm³ d'eau). Après quelques heures de contact, la liqueur alcaline est filtrée et le filtrat est additionné de 10cm³ d'acide acétique cristallisable; on obtient alors un précipité plus ou moins colloïdal qui se transforme en quelques jours en aiguilles qu'on recueille, qu'on lave à l'eau et qu'on fait sécher à 30°-35° (rendement 36 pour 100); on fait recristalliser le produit en le dissolvant à froid dans l'alcool à 95° (25cm³ pour 1g), puis ajoutant à la solution maintenue sur un bain-marie bouillant les deux tiers environ de son volume d'eau. Les cristaux obtenus après refroidissement sont essorés, puis séchés vers 33°.

Le composé obtenu, que ses propriétés, décrites plus loin, nous indiquent être le *déhydrodiparathymol*, se présente sous forme de longues aiguilles incolores. Il cristallise sans eau, mais peut retenir quelques traces de cette dernière, même après une longue dessiccation à l'air. Il fond à la température de 96°-97° (corr.). Il est insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, l'éther, le chloroforme, l'acide acétique cristallisable. Il se dissout facilement dans les lessives alcalines étendues.

La cryoscopie, dans l'acide acétique, a donné les résultats suivants : $M = 39 \times \frac{0,840}{0,125} = 262$ (acide acétique, 52g,640 ; substance, 0g,4427 ; $A = 0°,125$). Calculé pour $C^{20}H^{26}O^2 = 298$.

L'analyse élémentaire a donné : I. $C = 80,23$; $H = 8,82$ (substance, 0g,2115; CO^2, 0g,6220; H^2O, 0g,1680). — II. $C = 80,50$; $H = 8,70$ (substance, 0g,2195; CO^2, 0g,6480; H^2O, 0g,1720). — Calculé pour $C^{20}H^{26}O^2$: $C = 80,53$; $H = 8,72$.

Le déhydrodiparathymol ne donne aucune coloration avec le perchlorure de fer aqueux ou alcoolique; il contient cependant des groupements phénoliques libres, car, en dehors de sa solubilité dans les alcalis dilués, il peut donner des éthers, parmi lesquels nous décrirons plus loin l'éther benzoïque. Ses propriétés conduisent à la formule

$$\begin{array}{llcll} (1) & H^3C \searrow & & \nearrow CH^3\ (1) & \\ & (H^3C)^2 = HC - & H^2C^6 - C^6H^2 & - CH = (CH^3)^2. & \\ (3) & HO \nearrow & & \searrow OH & (3) \\ & (4) & & (4) & \end{array}$$

Le déhydrodiparathymol peut être obtenu aussi par l'action du ferment oxydant des Champignons. On opère comme avec le perchlorure de fer, en remplaçant ce dernier par une macération glycérinée de *Russula delica* et en ayant soin de faire passer pendant 4 jours un courant d'air dans le liquide.

L'oxydation du parathymol par voie biochimique conduit donc à l'obtention d'un corps identique à celui obtenu par un agent d'oxydation purement chimique. Rappelons que nous avons observé le même fait pour le thymol ordinaire, tandis que les réactions sont différentes quand on opère sur le carvacrol.

Dibenzoyldéhydrodiparathymol. — Cet éther a été préparé par action du chlorure de benzoyle sur le déhydrodiparathymol en solution alcaline. Il fond à 184°-185° (corr.); il est soluble dans l'alcool absolu et dans l'alcool à 90°, surtout à chaud, dans l'éther, le chloroforme et la benzine. Son indice de saponification a été trouvé de 226 (calculé : 221).

En résumé, l'oxydation du parathymol, soit par le perchlorure de fer, soit par le ferment oxydant des Champignons, se passe d'une façon tout à fait comparable à celle du thymol sous l'influence des mêmes agents : on obtient, dans les deux cas, des corps de constitution analogue, ayant gardé leurs propriétés phénoliques. A ce point de vue, nous devons faire remarquer que de tels résultats ne sauraient cependant s'imposer *a priori;* c'est ainsi que nous avons trouvé, dans des recherches encore en cours, que l'orthothymol se comporte d'une façon tout à fait différente, son oxydation conduisant à des composés ne possédant plus de propriétés phénoliques, au moins dans les conditions qui viennent d'être rapportées.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Leucobases et colorants du diphényléthylène; préparation de deux bases cyclohexylidéniques.* Note de M. **P. Lemoult**, présentée par M. Jungfleisch.

Les deux bases cyclohexylidéniques dont il est question dans cette Note résultent de l'action du bromure de cyclohexyle-magnésium soit sur la cétone de Michler, soit sur son homologue tétraéthylée.

La première de ces bases, tétraméthyldiamidodiphénylcyclohexylidèneméthane, a été obtenue par MM. Wahl et Meyer (*Bull. Soc. chim.*, 4e série, t. VII, 1910, p. 28), mais avec un rendement extrêmement faible. J'ai déjà indiqué que je l'avais obtenue, sans aucune difficulté, avec de bons rendements (*Comptes rendus*, t. 152, 1911, p. 962), et je n'avais pas cru néces-

saire de préciser ni de détailler le mode opératoire employé. Cependant MM. Schmidlin et von Escher, qui avaient autrefois essayé sans succès la préparation de cette base éthylénique (*Ber.*, t. XLI, 1908, p. 447), étant revenus sur ce sujet pour indiquer qu'ils ont obtenu un rendement satisfaisant, mais à la condition de chauffer pendant 60 heures, et pour me mettre en cause sous prétexte que je n'avais pas fait connaître ma durée de chauffe (*Ber.*, t. XLV, 1912, p. 889), je crois utile de donner sur ce point toutes les précisions désirables et de citer en outre la préparation et quelques propriétés de la base cyclohexylidénique tétraéthylée inconnue jusqu'ici.

1° *Base cyclohexylidénique tétraméthylée* $C^6H^{10} = C(Dm)^2$. — Dm représente $C^6H^4Az(CH^3)^2$. Dans un premier essai, j'ai employé 129g de $C^6H^{11}Br$ et 19g de magnésium, puis ayant porté le volume de l'éther à environ 1l, j'ai ajouté peu à peu 120g de cétone de Michler et chauffé de 6 à 7 heures. Cette préparation m'a donné 5g de dicyclohexyle, 15g de cétone non utilisée et 80g de la base cherchée. Si l'on calcule le rendement sur la quantité de cétone disparue, on arrive à 61 pour 100 de la valeur théorique.

M. Fecht (*Ber.*, t. XL, 1907, p. 3893) ayant indiqué qu'en faisant réagir sur les réactifs Grignard, préparés en liqueur éthérée, par exemple sur l'iodure de méthyle-magnésium, la cétone de Michler préalablement dissoute dans le benzène chaud, on obtenait non pas des composés éthyléniques comme $CH^2 = C(Dm)^2$, mais des alcools comme $CH^3 - \overset{OH}{\overset{|}{C}}(Dm)^2$, j'ai essayé ce mode opératoire avec le bromure de cyclohexyle-magnésium dans l'espoir d'obtenir le composé $C^6H^{11} - C(OH)(Dm)^2$, c'est-à-dire la leucobase du vert malachite hexahydrogéné; cet espoir a été déçu dans le cas actuel; et au lieu de l'alcool, j'ai obtenu un composé éthylénique, précisément la base cyclohexylidénique en question. Avec 34g de $C^6H^{11}Br$, 5g de magnésium, puis 45g de cétone Michler, et avec un chauffage de 5 à 6 heures, j'ai retrouvé 14g de cétone inutilisée et obtenu 22g de la base, ce qui donne un rendement de 56,8 pour 100, calculé comme ci-dessus.

Je suis alors revenu à la première méthode et voici le mode opératoire adopté :

On met en réaction, avec peu d'éther anhydre, 123g de $C^6H^{11}Br$ et 19g de magnésium; quand celui-ci cesse de se dissoudre, on décante pour séparer le métal inattaqué, 3g; puis ayant étendu le volume jusqu'à 1l,5 avec de l'éther anhydre, on ajoute

peu à peu, à froid et par petites portions de 7g à 8g, en agitant continuellement, 120g de cétone pulvérisée et séchée. La liqueur s'échauffe légèrement et brunit; au bout de peu de temps, elle laisse déposer un composé brun qui va sans cesse en augmentant; au bout de 1 heure, toute la cétone étant ajoutée, on fait bouillir l'éther pendant exactement 6 heures et l'on abandonne à refroidir. On ajoute alors peu à peu, par petites portions, 600cm³ d'une liqueur chlorhydrique à 50 pour 100 d'acide concentré, ce qui provoque un léger échauffement et donne deux couches liquides, toutes deux limpides. L'éther étant éliminé, on a une solution aqueuse avec quelques gouttes huileuses formées par 6g de dicyclohexyle qu'on sépare par décantation. Si maintenant on ajoute peu à peu à la liqueur aqueuse légèrement verdâtre ainsi obtenue, de l'ammoniaque étendue, il se fait de suite un précipité cristallin qui n'est pas, comme on pourrait s'y attendre, de la cétone inutilisée, mais bien la base cyclohexylidénique cherchée, mélangée d'une faible proportion de cétone de Michler. On ajoute de l'ammoniaque jusqu'à réaction alcaline et le précipité obtenu, recueilli, lavé et séché, pèse 135g. Ce produit brut est repris par 2l,5 d'alcool : la liqueur filtrée donne, par refroidissement, 42g de base sous forme de cristaux légèrement jaunâtres, fondant à 144° et ayant de 3cm à 4cm de longueur; le résidu, traité par le même alcool, donne une nouvelle récolte de 42g de base identique à la précédente; la liqueur mère, réduite de moitié par évaporation, donne 39g d'un mélange formé de 18g de cétone et 21g de base, faciles à séparer. Une concentration nouvelle de la liqueur mère donne un dépôt fortement coloré pesant environ 10g, qui contient un peu d'hydrol de Michler, mais surtout de la base cyclohexylidénique, la proportion d'hydrol est trop faible pour donner, après condensation avec la diméthylaniline, une quantité appréciable de leucobase du violet hexaméthylé.

Le rendement, dans une opération où le chauffage, étroitement surveillé, n'a pas dépassé 6 heures, est donc de 82 pour 100 en un produit formé de cristaux magnifiques, fondant à 144°.

2° *Base cyclohexylidénique tétraéthylée* $C^6H^{10} = C\,(De)^2$. — De représente $C^6H^4Az(C^2H^5)^2$. La très grande facilité avec laquelle s'effectue la préparation précédente m'a amené à l'essayer avec la cétone tétraéthylée. J'ai employé 33g de $C^6H^{11}Br$, 5g de magnésium, et 45g de cette cétone qui a été ajoutée en solution benzénique (méthode Fecht); je n'ai pas obtenu l'alcool, mais bien le composé éthylénique $C^6H^{10} = C(De)^2$. Le chauffage a duré 5 à 6 heures et comme j'ai retrouvé 12g de cétone et obtenu 24g de la nouvelle base, le rendement, très satisfaisant, atteint 60 pour 100. Cette nouvelle base est cristallisée dans l'alcool et forme alors de gros prismes légèrement jaunâtres, fondant à 74°, donnant à l'analyse : C pour 100, 83,04; H pour 100, 9,74 et Az pour 100, 7,17 (le calcul pour $C^{27}H^{38}Az^2$ donne : C pour 100, 83,07; H pour 100, 9,74 et Az pour 100, 7,17) et dont les autres propriétés, analogues à celle de la première base, feront l'objet d'une publication spéciale.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur les taches de sel des peaux et des cuirs.* Note de M. **Georges Abt**, présentée par M. Roux.

Les peaux que l'on a salées pour les conserver sont souvent tachées, et subissent de ce fait une forte dépréciation. Il y aurait grand intérêt à connaître la cause exacte de ces taches. Bien que toutes rapportées au salage, elles sont probablement d'origine variable, et diffèrent d'ailleurs d'aspect. J'ai été conduit à des constatations inattendues en étudiant un groupe de ces taches sur des peaux de veau de quatre provenances différentes.

Sur la peau brute, elles se voyaient du côté de la chair, petites, couleur de rouille, avec une consistance de croûtes ramollies. Après l'épilage, on les distinguait sur l'autre face, la *fleur* en terme de métier, où elles formaient des dessins à contours festonnés, légèrement saillants, à peine jaunâtres, mais prenant pendant le tannage une teinte gris noir ou brun foncé.

Dans un magasin de peaux brutes très important, ces taches se produisaient avec une régularité décevante, malgré tous les perfectionnements apportés au salage, jusqu'au jour où l'on changea la provision de sel. Deux années se sont écoulées depuis, et les taches ont disparu, ou sont si rares qu'elles passent inaperçues. Le rôle des sels employés était évident. Or leur composition ne différait sensiblement que sur un point : celui qui tachait contenait 4,27 pour 100 de sulfate de calcium, pour la plus grande partie sous la forme de sphérocristaux, connus dans les salines sous le nom de grains de *schlott*, et comprenant une molécule de sulfate de calcium pour une de sulfate de sodium.

Examinant ensuite une pile de peaux tachées, j'ai trouvé quantité de ces grains encore placés sur des taches. Ils étaient souvent enfoncés dans une petite dépression, entourés d'un peu de matière brune et collés à la peau. Ces grains, prélevés sur des taches, contenaient 21,03 pour 100 de matière organique, des traces de fer et un phosphate (soit 4,03 et 3,61 pour 100 de P^2O^5).

L'analyse des couches superficielles des peaux elles-mêmes, soigneusement détachées avec un rasoir, a donné les chiffres suivants, pour 100 parties de matière sèche :

Fraction insoluble.

	SO^3.	P^2O^5.	Ca.
Taches	2,27	6,83	6,15
Régions non tachées	0,95	0,35	0,57

Fraction soluble.

Taches	0,86	0,34	0,45
Régions non tachées	0,65	0,18	0,19

Des peaux tannées au sumac, et tachées sur la fleur, de provenance entièrement différente, contenaient d'autre part :

	SO^3 (1).	P^2O^5.	Ca.
A. Taché	0,67	0,36	0,63
Non taché	0,99	0,007	0,21
B. Taché	0,60	0,27	0,47
Non taché	0,66	0,02	0,20
C. Taché	Pas dosé	0,32	0,47
Non taché	Pas dosé	0,057	0,19

Les taches étaient toujours caractérisées par une richesse exceptionnelle en acide phosphorique et en calcium, alors que la peau ou le cuir tout entiers présentaient une teneur anormale en acide sulfurique.

On ne peut assigner à cet acide phosphorique d'autre origine que les acides nucléiques des noyaux de l'épiderme et des gaines pilifères. La peau avec son poil contient, sous cette forme, 0,448 à 0,560 pour 100 de P^2O^5. Mais, par autolyse ou par action microbienne, l'acide phosphorique se détache facilement de sa combinaison organique et passe à l'état de phosphate soluble, phosphate d'ammoniaque sans doute. J'ai trouvé sur de la peau presque fraîche 36,66 pour 100 du phosphore à l'état soluble, contre 78,46 pour 100 pour de la peau soumise à une légère fermentation, et 66 pour 100 pour des peaux conservées en sel. Dans les conditions normales, les peaux sont débarrassées de ce phosphate soluble pendant le trempage; le phosphore organique est d'autre part éliminé avec toutes les productions épidermiques pendant la préparation au tannage. Le cuir normal ne contient donc plus que des traces de phosphore. Mais si le sel employé au salage apporte du sulfate de calcium, il se produit une réaction entre ce

(1) Sous déduction de 0,20 pour 100, chiffre maximum représentant le soufre de la peau.

sulfate et le phosphate d'ammoniaque, avec précipitation de phosphate de calcium. Le sulfate d'ammoniaque formé diffuse à travers toute la peau. On peut constater directement sa présence; elle témoigne que cette réaction est bien réelle. En effet, si d'un large morceau de peau, partiellement taché, on extrait à l'eau les sulfates et qu'on les dose après calcination directe d'une part, et calcination avec addition de carbonate de soude d'autre part, on constate une différence de 21,65 pour 100, due au départ dans le premier cas de sulfate volatil.

L'existence dans la peau de phosphate de calcium se révèle encore dans un cas particulier. On voit sur des peaux tannées au chrome, par le procédé à un bain, de nombreuses petites taches vert sale, du côté chair. Or en traitant un léger excès de phosphate tricalcique par une solution de chlorure basique de chrome, de la composition $Cl^3 (OH)^3 Cr^2$, j'ai obtenu la précipitation totale du chrome, moitié à l'état de phosphate, moitié à l'état d'oxyde. La couleur du précipité était exactement celle des taches.

Il y a entre ces faits une concordance telle que l'influence du sulfate ou du phosphate de calcium sur la formation des taches ne peut être mise en doute. Elle est confirmée par les essais que j'ai faits pour reproduire ces taches. Parmi de nombreuses tentatives, celles-là seules ont été réussi où j'ai provoqué la précipitation de phosphate de calcium dans la peau, du côté chair ou du côté fleur.

Il est d'ailleurs difficile d'imaginer par quelles réactions le phosphate de calcium, sel sans couleur et qui ne paraît pas susceptible d'agir énergiquement sur la peau, détermine l'apparition de taches. Elles sont sans doute le produit de phénomènes complexes, dans lesquels interviennent des traces de sel de fer, dont la présence dans les taches est constante, et des processus microbiens. Mais je n'ai pu encore définir le rôle de ces deux facteurs avec une précision et une clarté parfaites.

CRISTALLOGRAPHIE. — *Isomorphisme des chlorosels alcalins de l'iridium et du rhodium.* Note de M. **A. Duffour**, présentée par M. Wallerant.

On sait quelles étroites relations d'isomorphisme, au sens défini par Mitscherlich, rattachent généralement les combinaisons des deux métaux formant chacun des trois couples que l'on distingue dans le groupe du platine. Aussi est-on quelque peu surpris de constater que les indications bibliographiques, incomplètes d'ailleurs, relatives aux composés les plus

importants de l'iridium et du rhodium, les chlorosels, semblent faire apparaître des dissemblances soit de formules, soit de formes cristallines, au lieu des analogies attendues.

Par un examen attentif, j'ai pu me convaincre que la variété des types cristallins décrits dissimulait une quasi-identité des formes primitives et qu'une rectification des quantités d'eau de cristallisation admises s'imposait parfois, ramenant les formules au même type chimique.

I. Sels potassiques : *Irido-hexachlorure monohydraté* $Ir\,Cl^6\,K^3, H^2O$. — On ne connaissait jusqu'ici que le sel trihydraté. Par l'action de HCl bouillant sur les divers irido-oxalates potassiques, j'ai obtenu le sel monohydraté sous la forme de prismes aplatis, d'un brun jaune verdâtre, orthorhombiques quasi-quadratiques, présentant les faces $h^1(100)$, $g^1(010)$, $b^{\frac{1}{2}}(111)$, $a^1(101)$, $e^1(011)$, $e^2(012)$, toutes remarquablement planes et brillantes.

Les angles des faces

$$h^1 a^1\,(100)(101) = 141°39',$$
$$b^{\frac{1}{2}} g^1\,(111)(010) = 128°57',$$

conduisent aux valeurs suivantes pour les paramètres :

$$a : b : c = 1,0307 : 1 : 1,3028.$$

Analyse.

	Ir.	3 K.	6 Cl.	H^2O.
Calculé pour 100........	35,68	21,67	39,32	3,33
Trouvé................	35,38	21,53	38,96	3,82

Rhodo-hexachlorure monohydraté $Rh\,Cl^6\,K^3, H^2O$. — Ce sel, obtenu par Claus, puis par Leidié ([1]), forme des cristaux prismatiques rouges, semblables aux précédents et présentant les faces $h^1(100)$, $g^1(010)$, $b^{\frac{1}{2}}(111)$, $a^1(101)$, $b^1(112)$, $e^2(012)$.

Si l'on prend pour angles fondamentaux ceux des faces

$$h^1 a^1\,(100)(101) = 141°37',$$
$$b^{\frac{1}{2}} g^1\,(111)(010) = 128°48',$$

les paramètres ont la valeur

$$a : b : c = 1,0268 : 1 : 1,2946.$$

([1]) Leidié, *Comptes rendus*, t. 111, 1890, p. 106.

Leidié attribue, sans justification du reste, $1^{mol},5$ d'eau à ce composé. J'en ai refait l'analyse sur un échantillon préparé par cet auteur lui-même, et j'ai constaté, comme il fallait s'y attendre, qu'il est lui aussi monohydraté.

Analyse.

	Rh.	3K.	6Cl.	H^2O.
Calculé pour 100........	22,82	26,02	47,17	3,99
Trouvé................	23,21	26,08	46,83	3,87

II. Sels rubidiques et cæsiques. — M. Delépine [1] a préparé les irido-hexachlorures $IrCl^6Rb^3, H^2O$ et $IrCl^6Cs^3, H^2O$ en cristaux aciculaires microscopiques. Le premier, qui seul présente une forme appréciable, lui a semblé offrir très exactement l'aspect d'un sel potassique, qu'il obtenait mélangé de $IrCl^6K^3, 3H^2O$ et qui lui avait paru, avec raison, devoir être le sel monohydraté.

L'isomorphisme de ces combinaisons et des sels potassiques décrits plus haut paraît dès lors à peu près certain.

III. Sels ammoniques. — *Irido-hexachlorure monohydraté*

$$IrCl^6(NH^4)^3, H^2O.$$

On a longtemps admis, et on lit encore dans les Traités, que ce sel cristallise avec $1^{mol},5$ d'eau. Joly d'abord [2], Delépine (*loc. cit.*) ensuite ont rectifié cette erreur et montré qu'il est monohydraté.

Ce sel, vert olive foncé, est orthorhombique; d'après Keferstein [3] et Dufet [4], présente les faces $m(110)$, $g^1(010)$, $h^1(100)$, $e^1(011)$, $g^3(120)$, $h^3(210)$.

Les angles fondamentaux

$$mh^1(110)(100) = 139^\circ 22',$$
$$e^1e^1(011)(0\bar{1}1) = 127^\circ 22'$$

correspondent aux paramètres :

$$a : b : c = 0,8581 : 1 : 0,4946,$$

Or, si l'on prend oy pour ox', oz pour oy', ox pour oz' et si l'on pose

$$a' = b, \qquad b' = 2c, \qquad c' = \frac{3}{2}a,$$

(1) Delépine, *Bull. Soc. chim.*, 4e série, t. III, 1908, p. 906.
(2) Joly, *Comptes rendus*, t. 110, 1890, p. 1131.
(3) Keferstein, *Pogg. Ann.*, t. XCIX, 1856, p. 280.
(4) Dufet, *Bull. Soc. Min.*, t. XIII, 1890, p. 207.

la notation des faces devient, dans l'ordre ci-dessus, $a^{\frac{3}{2}}(203)$, $h^1(100)$, $p(001)$, $g^3(120)$, $a^3(103)$ $a^{\frac{2}{3}}(302)$, les nouveaux paramètres étant

$$a' : b' : c' = 1,0109 : 1 : 1,3022.$$

c'est-à-dire fort voisins de ceux qui caractérisent les sels potassiques.

Rhodo-hexachlorure triammonique. — D'après Keferstein (*loc. cit.*), ce sel est isomorphe du précédent.

En transformant, comme il vient d'être dit, les notations de cet auteur, on trouve les faces $a^{\frac{3}{2}}(203)$, $g^3(120)$, $p(001)$, $h^1(100)$, d'où, en tenant compte des angles,

$$a^{\frac{3}{2}}a^{\frac{3}{2}}(203)(20\bar{3}) = 98°30',$$
$$g^3g^3(120)(\bar{1}20) = 127°34',$$

résultent les paramètres

$$a : b : c = 1,0154 : 1 : 1,3124.$$

Il est, dans ces conditions, extrêmement probable que la formule proposée depuis longtemps et admise récemment encore (¹), sans dosage direct de l'eau, $RhCl^6(NH^4)^3, 1,5H^2O$ doit, elle aussi, être rectifiée et que le sel est simplement monohydraté.

IV. Sels d'ammoniums substitués. — Le seul, signalé jusqu'ici, qu'il y ait lieu de rapprocher des sels précédents, est le *rhodo-hexachlorure de diméthylammonium* auquel, sans doute par analogie et en tout cas sans indication analytique, Vincent (²) attribue $1^{mol},5$ d'eau de cristallisation :

$$RhCl^6[NH^2(CH^3)^2]^3, 1,5H^2O.$$

Ce composé forme des prismes orthorhombiques présentant, d'après Friedel (³), les faces $b^{\frac{1}{2}}(111)$, $m(110)$, et la notation de cette face est manifestement erronée, $h^3(210)$.

Aux angles observés

$$b^{\frac{1}{2}}b^{\frac{1}{2}}(111)(1\bar{1}1) = 126°32',$$
$$b^{\frac{1}{2}}b^{\frac{1}{2}}(111)(\bar{1}11) = 109°43'$$

correspondent les paramètres

$$a : b : c = 0,7815 : 1 : 0,6587.$$

(¹) Gutbier et Hüttlinger, *Ber. chem. Ges.*, t. XLI, 1, 1908, p. 210.

(²) Vincent, *Comptes rendus*, t. 101, 1885, p. 332.

(³) Friedel, *Ibid.*

Mais si, gardant la même orientation, on pose

$$a' = \frac{4}{3}a, \qquad b' = b, \qquad c' = 2c,$$

les paramètres deviennent

$$a' : b' : c' = 1,0420 : 1 : 1,3175$$

et les faces, dans le même ordre, $x(436)$, $h^1(100)$. La face douteuse paraît être $h^5(320)$.

Ces quelques faits montrent combien, dans la recherche des relations d'isomorphisme, il faut peu s'attacher aux analogies de faces, que modifient si profondément des facteurs tout à fait secondaires. C'est plutôt par un choix convenable de l'orientation et des paramètres qu'on pourra mettre en évidence les véritables rapports des formes primitives.

MYCOLOGIE. — *Sur la culture nouvelle, à partir de la spore, de la Lépiote élevée* (Lepiota procera *Scop.*). Note de M. **Louis Matruchot**, présentée par M. J. Costantin.

On sait combien jusqu'à ce jour est restée courte la liste des espèces de Basidiomycètes charnus dont on ait pu obtenir le complet développement, c'est-à-dire qu'on ait réussi à cultiver à partir de la spore jusqu'à la production de nouveaux chapeaux sporifères [1].

Il y a donc tout d'abord un réel intérêt théorique à signaler les résultats positifs auxquels je suis arrivé dans la culture de la grande Lépiote ou Coulemelle (*Lepiota procera* Scop.), d'autant plus que le genre Lépiote était resté jusqu'ici rebelle à toute tentative de cette nature.

En outre ces résultats acquièrent un grand intérêt pratique du fait qu'il s'agit d'une espèce comestible très recherchée, susceptible de pouvoir fructifier toute l'année et dont la culture industrielle ne semble devoir se heurter à aucune sérieuse difficulté.

L'échantillon de Coulemelle qui m'a servi de point de départ, dans mes essais de culture, provenait du bois de Chaville et mesurait plus de $0^m,30$ de hauteur.

---

[1] Costantin et Matruchot, *Psalliota campestris*; Costantin et Matruchot, *Tricholoma nudum*; Matruchot, *Tricholoma amethystinum*; Matruchot, *Pleurotus ostreatus et cornucopioides*; Costantin, parmi les Basidiomycètes non charnus, *Marasmius oleare*, etc.

La basidiospore germe en donnant un mycélium blanc, formé de filaments cylindriques, d'une largeur de 4^{μ}, régulièrement cloisonnés et ramifiés, s'agrégeant de bonne heure en cordons de plus en plus volumineux. Le mycélium vieilli et superficiel présente une teinte roux clair assez spéciale.

La multiplication du mycélium s'effectue facilement sur les milieux nutritifs les

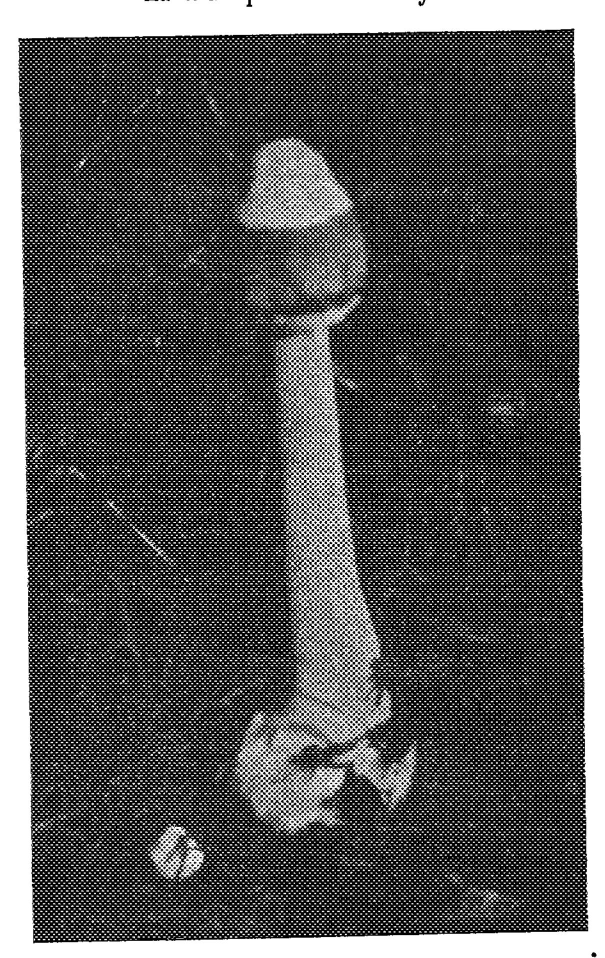


Fig. 1. — Coulemelle jeune développée sur meule de fumier ($\frac{1}{2}$ grandeur naturelle).

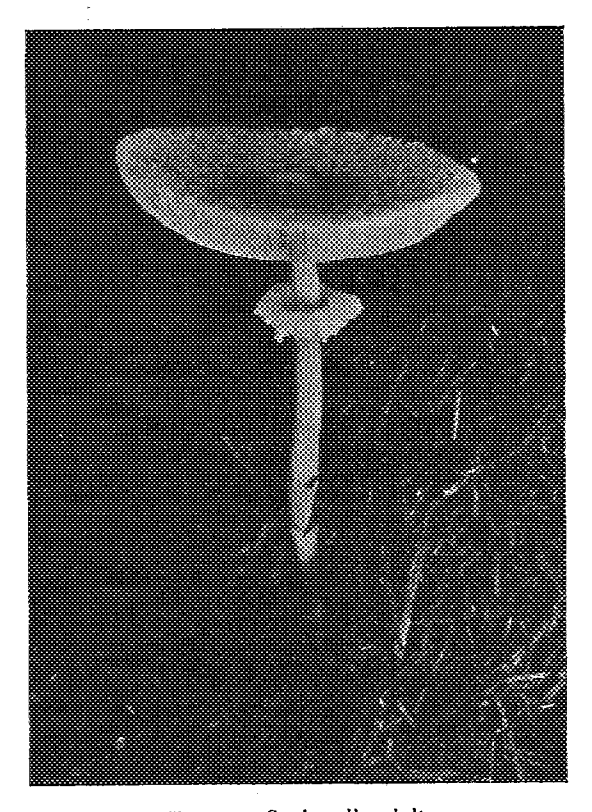


Fig. 2. — Coulemelle adulte sur meule de fumier ($\frac{1}{2}$ grandeur naturelle).

plus divers. Mais, pour des essais de culture en grand, je me suis de préférence servi, d'une part, de meules de tannée; d'autre part, de meules de fumier fermenté, travaillé selon le mode des champignonnistes parisiens.

Essais en plein air. — Deux essais ont été effectués en plein air : l'un dans un jardin, l'autre sous un hangar.

Le mycélium, ensemencé en octobre 1910 dans une meule de fumier d'une lon-

gueur de $0^m,75$, n'en avait encore envahi qu'une faible partie au cours de l'été suivant; cependant, dès le mois de septembre, un premier chapeau apparut sur la meule en plein air et se développa normalement; puis deux autres individus également normaux se développèrent et la culture s'arrêta là. Les champignons récoltés ne furent ni mensurés ni pesés; mais leur taille dépassait certainement 20^{cm} en hauteur.

A l'abri d'un hangar, mais toujours en plein air, une petite meule de tannée de 1^m de longueur, ensemencée à la même époque, fournit également, à l'automne de 1911, deux chapeaux normalement développés : l'un d'eux, photographié en place le 20 octobre 1911 (voir la figure 2), figura le dimanche 29 octobre, à l'Exposition publique de Champignons de la Société mycologique de France, à une époque où, vu la pénurie de champignons, conséquence de la sécheresse de l'été, aucun autre représentant de cette espèce n'avait pu être recueilli pour l'Exposition (1).

Essais en cave. — Des essais effectués dans une cave de l'Observatoire (2) ont donné des résultats plus intéressants encore. Une petite meule de tannée, ensemencée en octobre 1910, a fructifié en septembre 1911, donnant seulement deux chapeaux normaux; puis la culture, trop desséchée, s'est éteinte. Mais, une meule de fumier fermenté, de 1^m de longueur environ, a fourni une récolte de Lépiotes à peu près régulièrement pendant près d'une année. Comme pour le Champignon de couche, la fructification semble se faire par *volées :* les chapeaux ont apparu en octobre et novembre 1911, fin janvier (3), avril et fin juin 1912. Étant donnée la faible longueur de la meule d'essai, la récolte totale de l'année, qui dépassera 2^{kg}, paraîtra relativement importante. Elle le serait sans doute bien davantage encore si, conformément à la pratique utilisée dans la culture du Champignon de couche, la meule de fumier avait été *gobetée*, c'est-à-dire recouverte d'une mince couche de sable calcaire et salpêtré : j'ai constaté, en effet, que les fructifications apparaissent de préférence au contact du sol, où le calcaire et le salpêtre sont abondants. Les expériences mises en train pour la campagne prochaine et entreprises soit par moi, soit par des champignonnistes à qui j'en ai fourni les éléments, renseigneront d'une façon plus précise à cet égard.

Quoi qu'il en soit, les résultats dont l'exposé précède montrent que la

---

(1) Par suite de circonstances indépendantes de ma volonté, ces essais en plein air furent interrompus, les meules ayant été détruites au cours de l'hiver 1911-1912.

(2) Qu'il me soit permis de remercier ici M. Baillaud, directeur de l'Observatoire, pour l'obligeance avec laquelle il met cette cave à ma disposition en vue de recherches scientifiques.

(3) Un échantillon frais, appartenant à la volée de fin janvier, fut exposé à la séance du 1er février de la Société mycologique de France.

Lépiote élevée, ou Coulemelle, vient s'ajouter à la courte liste des Champignons Basidiomycètes charnus, qu'on doit cultiver jusqu'à fructification. Comme il s'agit d'une espèce comestible très estimée des mycophages et vendue couramment à l'automne sur les marchés, comme sa culture ne nécessite aucun substratum particulier et peut se faire sur des milieux nutritifs qu'on se procure facilement, comme d'autre part le rendement paraît devoir être rémunérateur, tout porte à croire que la Coulemelle pourra bientôt faire l'objet d'une culture régulière et entrer, à côté du Champignon de couche, dans la consommation courante.

PHYSIOLOGIE. — *Une expérience sur la nature du chromotropisme chez les Némertes.* Note de M. **Romuald Minkiewicz**, présentée par M. Yves Delage.

1. *Dispositif.* — Un tube de verre (diam. 8mm à 10mm), à moitié rempli d'eau de mer, bouché des deux côtés et contenant quelques *Lineus* (un ou plusieurs), est mis horizontalement sur la table de travail et normalement à la lumière venant par la fenêtre qui donne sur le Nord. On couvre la partie médiane du tube, du côté de la fenêtre, de deux plaquettes carrées et de dimensions égales, juxtaposées en position inclinée, et dépassant le tube de beaucoup, par leur bord soulevé. L'une de ces plaquettes est *noire* et absolument *opaque* (par exemple, du carton ou du papier fort, collé en double), l'autre est en *verre rouge foncé* (ou mieux encore deux plaquettes rouges superposées) (1).

Le tube se divise ainsi, par rapport à l'éclairage, en quatre compartiments, dont deux marginaux, bien éclairés par la lumière du jour, et deux médians, qui ne reçoivent qu'un faible éclairage diffus de la chambre, auquel, sous l'une des plaques, vient s'ajouter la lumière rouge, transmise par elle. En d'autres mots : une *ombre* assez intense à côté d'une faible *clarté rouge*.

2. *Résultats.* — Les *Lineus* excités parcourent plusieurs fois tout le tube d'un bout à l'autre, soit en direction rectiligne, soit en spirale, puis ils limitent leurs excursions, ne dépassent plus la partie couverte, leurs mouvements se ralentissent peu à peu; ils ne se meuvent qu'en spirale, traversent les deux compartiments couverts plusieurs fois encore, dans l'eau et au-dessus de son niveau sans distinction; les mouvements deviennent très lents; les

(1) C'est, d'ailleurs, le même dispositif qui, *mutatis mutandis*, m'a servi dans mes études sur l'inversion du chromotropisme, relatées brièvement ici, il y a six ans (*Comptes rendus*, 19 novembre et 3 décembre 1906) et qui, alors, n'a pas été décrit, faute de place.

animaux s'arrêtent parfois, exécutant des mouvements vermiformes sur place ou branlant seulement leur extrémité antérieure. Enfin, ils se collent définitivement dans le rouge, par une abondante sécrétion du mucus cutané, dans l'attitude habituelle de repos, généralement en direction transversale sur la partie supérieure du tube, la tête et la queue touchant l'eau et l'un serré contre l'autre, s'ils étaient plusieurs. C'est fait. J'enlève les plaquettes, je change l'eau dans le tube ou bien je le secoue plusieurs fois afin que les Némertes sortent de leur mucus et commencent à se mouvoir, et je répète l'expérience pour aboutir toujours au même résultat.

3. *Avertissements*. — *a*. Toutefois, on ne prend que des *Lineus* ayant vécu une dizaine de jours dans des bocaux et sur lesquels, par conséquent, toute l'influence possible des changements physiologiques périodiques, correspondant à ceux de leur milieu naturel, ne peut plus s'exercer. Autrement, on peut s'attendre à des troubles et des complications extrêmement difficiles à analyser.

b. Si l'on n'obtient pas des résultats nets avec *une* plaquette rouge (ce qui m'est arrivé maintenant à Roscoff, à ma grande surprise, après les résultats toujours positifs de l'année 1907), il faut la doubler, c'est-à-dire *superposer deux plaques rouges* l'une sur l'autre, ce qui améliore la chromaticité du rouge et simultanément diminue l'intensité de l'éclairage transmis.

4. Le résultat n'est nullement influencé par la valeur lumineuse du fond sur lequel repose le tube : il est identique sur le noir et sur le blanc.

Il n'est pas, non plus, influencé par l'intensité d'éclairage diffus du jour ; il est identique à toutes heures de la journée, même à l'approche du crépuscule, et si l'on couvre (de blanc ou de noir) le tube du côté de la chambre, ne laissant parvenir le jour que par les deux extrémités du tube.

5. Dans les mêmes conditions, les *Lineus* ne se reposent jamais sous les plaques vertes, bleues et même violettes, mais toujours à l'ombre, sous le carton noir.

6. Les nombreuses variétés chromatiques de *Lineus ruber* (= *gesserensis* O. F. M.) : blanchâtres, fauves, rouges, brunes, olivacées, verdâtres, violacées, noirâtres et presque noires, se comportent toutes identiquement.

7. *Conclusions immédiates*. — *a*. Quand on a présent à l'esprit que les *Lineus* fuient le jour le plus faible, on est forcé de conclure que, si dans des conditions déterminées ils s'assemblent et se reposent dans le rouge, malgré que l'intensité (la quantité) d'éclairage y soit sensiblement plus

grande, c'est que la *lumière rouge exerce une action en quelque sorte spécifique*, qui, au moins dans ces conditions-là, diffère de celle de la lumière du jour et des radiations bleues, vertes et violettes.

b. C'est donc la *qualité de la lumière qui l'emporte ici sur sa quantité*. Et il n'est plus possible de considérer l'action physiologique de la lumière « blanche » comme simple résultante d'un mélange mécanique d'actions de toutes les radiations chromatiques du spectre, comme c'était généralement admis jusqu'ici en physiologie et ophtalmologie.

c. L'érythrotropisme des *Lineus* ne résulte pas seulement de l'action répulsive des radiations bleues, vertes et violettes, ni de celle de la lumière du jour, mais est *un véritable érythrotropisme*, *fonctionnellement autonome*.

d. Cette autonomie n'est plus seulement le résultat de l'inversion artificielle (physico-chimique) des états physiologiques et des manifestations tropiques de l'animal, mais *un fait naturel et normal*, les *Lineus* étant ici dans leur état parfaitement normal et dans leur milieu, l'eau de mer.

Il m'est, pour le moment, impossible de préciser en quoi consiste cette action distinctive du rouge; mais il est à rechercher si elle ne se manifeste pas par une sécrétion plus abondante du mucus épidermique, par un ralentissement plus prononcé des ondes de progression, etc.

Quant aux conclusions plus générales, elles sont essentiellement les mêmes que celles indiquées dans la deuxième de mes Notes précitées et développées ensuite dans d'autres travaux.

PHYSIOLOGIE. — *Excitation prolongée du nerf sensitif et son influence sur le fonctionnement du système nerveux central.* Note de M. **Wedensky**, présentée par M. Dastre.

Le nerf moteur n'accuse aucune fatigue pendant la tétanisation prolongée de plusieurs heures de suite. Ce fait a été établi par moi, en 1884, à l'aide de trois méthodes différentes et, en particulier, à l'aide de celle de Bernstein qui lui-même croyait que le nerf cesse de s'exciter au bout de 5 à 10 minutes; cependant sa méthode présentait un défaut essentiel, que j'ai éliminé dans mes recherches en y apportant un perfectionnement nécessaire. Plusieurs auteurs ont ensuite confirmé mes résultats à l'aide de nouvelles méthodes pour les nerfs centrifuges de différentes fonctions.

Le nerf sensitif ne pourrait différer en rien des nerfs moteurs dans sa fonction de transmission. Sa stimulation prolongée m'intéressait d'ailleurs

pour une tout autre raison. Les expériences de Setchénoff ont démontré (1868) que l'irritation chimique et électrique du nerf sensitif met l'appareil réflexe dans un état d'arrêt profond. Or d'après mes vues théoriques sur l'inhibition, pour que cet état ait lieu dans les centres nerveux, il faut que le nerf sensitif transmette tout le temps des stimulus assez forts et, lorsque ceux-ci s'affaiblissent durant l'expérience, il faut que leur influence inhibitoire se transforme dans une influence inverse, notamment influence rehaussant l'excitabilité réflexe. Les expériences faites dans mon laboratoire par Mlle Schischoff et M. Schliter ont confirmé en effet totalement cette prévision.

En expérimentant sur l'appareil réflexe j'ai été récemment amené à étudier en détail l'influence de l'irritation prolongée des nerfs afférents sur l'activité du système central. Dans ce but, tout en soutenant la tétanisation d'un nerf sensitif par des courants induits d'une intensité modérée, j'ai étudié les modifications successives qu'elle peut produire dans les réactions d'un autre nerf sensitif qui sert de nerf témoin, et qui provoque pour sa part des réflexes déterminés. Ce second nerf recevait de temps en temps une irritation électrique de courte durée. Parfois je pratiquais aussi des irritations mécaniques de la peau. Jusqu'à ce moment je n'ai fait mes expériences que sur la grenouille.

La tétanisation permanente fut soutenue dans quelques expériences pendant 3 à 4 heures de suite. Bien entendu, le nerf soumis à cette tétanisation cessait assez vite de provoquer ses propres réflexes, mais il continuait néanmoins à exercer tout le temps une certaine influence sur les effets de l'excitation du nerf témoin et même son influence augmentait avec la durée d'une pareille expérience.

Pour donner une idée des changements apportés par ce nerf dans le fonctionnement de l'appareil réflexe, je ne citerai que deux exemples les plus simples : la tétanisation permanente agit sur le nerf péronier et le nerf tibial de la même patte sert de témoin. Ces deux nerfs peuvent être regardés comme synergistes, pour le muscle demi-tendineux, car l'un d'eux renforce l'action de l'autre si l'on excite simultanément par des courants faibles. Mais quelque chose de nouveau apparaît durant la tétanisation du premier nerf : le seuil d'irritation du second nerf descend successivement sur l'échelle du chariot ; par exemple, étant au début de l'expérience à 45^{cm}, il se trouve à 62^{cm} après la tétanisation de $3^h 20^m$. Il suffit de suspendre la tétanisation permanente pour 30 secondes pour que le seuil du tibial remonte à 48^{cm}. L'excitabilité de ce témoin s'exalte pendant la tétanisation permanente si considérablement qu'il acquiert le pouvoir de provoquer des réflexes très nets à la suite de l'application d'un seul choc induit. Tout cela nous fait une impression comme si le centre nerveux du tibial était empoisonné par la strychnine. Un autre exemple : le péronier droit est soumis à la tétanisation prolongée, le nerf témoin est celui du côté opposé où se trouvent aussi

les muscles enregistreurs, demi-tendineux et triceps fémoral. Ces nerfs peuvent être considérés comme antagonistes, chacun d'eux provoque, du côté correspondant, des contractions du premier muscle et une inhibition du second, tandis qu'ils sont capables d'agir d'une façon inverse sur les muscles du côté opposé. Au commencement de la tétanisation permanente, le nerf témoin présente comme de règle une dépression de ses effets sur le muscle demi-tendineux; mais si l'expérience continue, il commence à réagir d'une autre façon : son irritation provoque des contractions réflexes de tous les deux muscles ; en même temps, son seuil d'irritation descend sur l'échelle du chariot : moins bas, cependant, que dans le premier exemple. Or, dans ce cas-là aussi, la tétanisation permanente produit des changements qui nous rappellent une strychnisation partielle.

Cet état du système nerveux a encore plus de ressemblance avec les phénomènes somatiques d'hystérie parce que, dans ce cas-là, les zones d'hyperesthésie coexistent à côté de celles d'anesthésie, etc. Oui, cet état pourrait être désigné comme *hysteriosis*. En effet, tout un syndrome des caractères hystériques peut être provoqué et manié par l'expérimentateur à volonté, en ce qui concerne son intensité, son étendue et sa durée. En remettant à plus tard la description détaillée de ces phénomènes très variés et curieux, je me bornerai à cette constatation générale que le nerf sensitif soumis à la tétanisation électrique retient, pour un temps extrêmement long, le pouvoir d'exercer une influence puissante sur le fonctionnement des centres nerveux, tandis qu'il paraît avoir perdu depuis longtemps sa fonction de provoquer ses propres réflexes.

PHYSIOLOGIE. — *Sur le mécanisme de l'hémolyse par l'arachnolysine.* Note de M. **Robert Lévy**, présentée par M. A. Dastre.

La toxine hémolytique de l'*Epeira diademata* Clerck ou arachnolysine a été classée par Hans Sachs [1] parmi les hémolysines directes. Ces dernières s'opposent aux systèmes hémolytiques binaires *sensibilisatrice-complément* des sérums préparés et aux systèmes tels que *Cobra-sérum* ou *Cobra-lécithine* dont l'un des constituants est un venin.

Je me suis attaché à rechercher si l'arachnolysine est véritablement une toxine simple.

Me fondant sur les résultats que j'ai publiés dans une Note précédente [2], j'ai employé, pour l'étude de l'arachnolysine, des macérations d'œufs d'*Epeira diademata* Clerck. Chaque œuf pèse environ $\frac{2}{3}$ de milligramme;

(1) Hans Sachs, *Antigene tierischen Ursprunges* (*Handbuch der Technik und Methodik der Immunitätsforschung*, t. I, Iéna, Fischer, 1908-XII).

(2) Robert Lévy, *Relations entre l'arachnolysine et les organes génitaux femelles des Araignées* (Épeirides) (*Comptes rendus*, t. 154, 8 janvier 1912, p. 77).

1^{cm^3} d'une émulsion de globules de bœuf à 5 pour 100 est encore hémolysé par 1^{cm^3} d'une macération d'œufs dans l'eau physiologique correspondant à $\frac{1}{8}$ d'œuf par centimètre cube.

1° Une macération d'œufs d'Épeire dans l'eau physiologique est rendue inactive par un chauffage prolongé vers 62°.

Le temps de chauffage nécessaire pour l'inactivation varie avec la concentration de la macération et aussi un peu avec le lot d'œufs employé. Un liquide contenant 5 œufs par centimètre cube est généralement inactivé après un temps de chauffage de l'ordre de 8 heures.

2° Une macération d'œufs d'Épeire, inactivée par le chauffage, n'est pas réactivée par l'addition de sérums; les sérums essayés ont été ceux de Bœuf, Cheval, Cobaye et Lapin.

3° Des essais de réactivation au moyen d'œufs de diverses Araignées, n'appartenant pas au groupe des Épeirides, eurent également des résultats négatifs.

4° En ajoutant au liquide inactivé une macération d'œufs de *Meta segmentata* Clerck (Épeiride), non hémolytiques par eux-mêmes, on obtient un mélange violemment hémolytique, comparable en puissance aux œufs d'Épeire neufs.

Pour obtenir un mélange hémolytique fort, on peut employer une des liqueurs avec une concentration décroissante, à condition d'employer l'autre à un état de concentration croissant.

Une macération d'œufs d'Épeire à l'eau distillée est plus rapidement inactivée par la chaleur qu'une macération correspondante faite à l'eau salée, et elle donne avec les œufs de *Meta* un mélange plus actif.

Une macération d'œufs d'Épeire traitée par un acide minéral fort, tel que l'acide chlorhydrique ou l'acide sulfurique, à la concentration minima d'environ $\frac{1}{400}$ de molécule par litre, est inactivée. Un tel liquide, neutralisé par du carbonate de soude ou dialysé, est réactivable par les œufs de *Meta* et donne des mélanges bien plus actifs que les liquides chauffés.

5° Une macération d'œufs d'Épeire chauffée au delà de 8 heures à 62°, ou encore chauffée moins longtemps à une température supérieure, 80° par exemple, est de moins en moins réactivable. Une macération à l'eau distillée contenant 5 œufs par centimètre cube n'est plus réactivable du tout après 3 heures de chauffage vers 80°.

6° Une macération d'œufs de *Meta*, chauffée quelque temps à 62°, perd son pouvoir de réactivation.

Si nous considérons les faits précédents, nous voyons que le système hémolytique *œufs d'Épeire chauffés à 62° ou traités par les acides — œufs de Meta neufs*, est tout à fait comparable, en s'en tenant au simple aspect des phénomènes, au système *sensibilisatrice-complément* des sérums préparés. Nous pouvons, pour la commodité du langage, appeler *sensibilisatrice d'Épeire* le liquide œufs d'Épeire chauffés à 62° ou traités par les acides, et *complément de Meta* le liquide œufs de *Meta* neufs.

7° J'ai cherché à séparer, dans les macérations d'œufs d'Épeire, un *complément d'Épeire*. Je n'ai pas réussi à obtenir un tel complément, inactif par lui-même et réactivant la sensibilisatrice.

Toutefois, il faut retenir le fait suivant :

La sensibilisatrice d'Épeire est réactivée par une macération d'œufs d'Épeire neufs extrêmement étendue et, de ce fait, tout à fait inactive par elle-même. On peut supposer que, s'il existe un complément d'Épeire, les quantités de sensibilisatrice et de complément qui sont en présence dans cette macération étendue sont trop faibles pour agir : la quantité de complément deviendrait suffisante lorsqu'on ajoute un grand excès de sensibilisatrice.

Les recherches que je poursuis me permettront peut-être d'établir plus nettement l'existence d'un complément dans l'œuf d'Épeire. En tout cas, les faits exposés dans cette Note peuvent se résumer ainsi :

L'arachnolysine des œufs d'*Epeira diademata* Clerck, rendue inactive par le chauffage ou par l'action des acides, peut être réactivée par l'addition de liquides tout à fait inactifs s'ils sont seuls et préparés au moyen des mêmes œufs d'Épeire ou d'œufs de *Meta segmentata* Clerck, Araignée très voisine de l'Épeire.

Un tel résultat laisse à penser que l'arachnolysine n'est pas une toxine hémolytique directe, mais qu'elle est un système complexe, analogue à ceux qui agissent dans l'hémolyse par les sérums préparés ou par la plupart des venins.

PHYSIOLOGIE. — *Sur le mécanisme de l'inversion de la loi polaire de Pflüger.* Note de MM. **Henry Cardot** et **Henri Laugier**, présentée par M. A. Dastre.

Dans le mode d'excitation dit *monopolaire* il arrive parfois, dans des conditions que nous avons précisées, que, au lieu d'observer l'ordre habituel d'apparition des secousses pour des intensités croissantes, à savoir

$$f-,\quad f+,\quad o+,\quad o-$$

on observe l'ordre d'apparition suivant :

$$f+,\quad f-,\quad o-,\quad o+$$

on dit alors qu'il y a *inversion de la formule normale*.

Les interprétations des auteurs, à ce sujet, varient suivant la conception qu'ils ont de la loi polaire normale.

Antérieurement (¹), nous avons étudié et critiqué la théorie suivant laquelle les quatre excitations $f-$, $f+$, $o+$, $o-$ se produiraient bien effectivement à l'électrode différenciée placée sur le tissu. D'après cette théorie, il existerait bien quatre excitabilités du tissu : d'abord pour les excitations de fermeture cathodique ; puis pour celles de fermeture anodique ; d'ouverture anodique ; d'ouverture cathodique ; et la loi polaire normale caractériserait l'excitabilité du point au contact de l'électrode différenciée, à ces quatre espèces d'excitations. En conséquence, l'inversion consisterait en une modification de l'état physico-chimique du tissu (modification à déterminer), et qui le rendrait plus excitable par le pôle + à la fermeture, et par le pôle — à l'ouverture.

Nous avons démontré expérimentalement que cette théorie, contraire aux conceptions de Pflüger, n'est pas fondée : par suite, son application à l'inversion doit être rejetée.

Une deuxième théorie admet qu'il n'existe pas normalement de fermeture se produisant à l'anode, ni d'ouverture se produisant à la cathode ; l'excitation appelée $f+$ et l'excitation appelée $o-$ sont des excitations qui se produisent, la première à une *cathode physiologique* diffuse, et la deuxième à une *anode physiologique* diffuse. Et les conditions de densité relative expliquent l'ordre d'apparition normal des secousses ; nous avons confirmé (¹) expérimentalement cette conception.

Ceci étant acquis, deux hypothèses sont seules possibles pour expliquer l'inversion :

1° Il pourrait exister réellement une inversion vraie des actions polaires, à savoir : le pôle positif deviendrait excitant seul à la fermeture, et le pôle négatif à l'ouverture (théorie explicitée par Lœb et Bancroft) (²). S'il en était ainsi, en effet, les mêmes considérations de densité, qui expliquaient la formule normale, expliqueraient l'ordre d'apparition des excitations dans le cas d'inversion.

2° L'inversion de la formule peut s'expliquer, sans qu'il y ait inversion réelle des actions polaires, par une simple différence d'excitabilité aux électrodes ; en effet : $f-$ et $o+$ naissant toujours à l'électrode *différenciée*, et $f+$ et $o-$ à l'électrode *diffuse*, on conçoit que, si la région de l'électrode différenciée devient hypoexcitable, ou bien celle de l'électrode diffuse

---

(¹) *Comptes rendus*, 5 février 1912, t. 154, p. 375. — *J. de Physiologie et de Path. gén.*, mai 1912.

(²) BANCROFT, *J. of Physiology*, t. 34.

hyperexcitable, les deux seuils $f-$ et $o+$ s'élèvent relativement à $f+$ et à $o-$.

Dans une série d'expériences effectuées avec les méthodes de localisation que nous avons déjà publiées (modification de température, action de CO^2 à une électrode), nous avons pu établir, sur les préparations donnant l'inversion de la formule, que *toute excitation de fermeture* continuait à être *cathodique* et *toute excitation d'ouverture* continuait à être *anodique;* dans aucun cas nous n'avons pu déceler une inversion réelle des actions polaires.

D'autre part, nous avons étudié les cas nombreux d'inversion signalés sur le nerf et le muscle, à savoir :

1° Inversions par hypo ou hyperexcitabilité après section mécanique, thermique ou chimique : en particulier les inversions très bien décrites par Cluzet;

2° Inversions observées sur le muscle par action de solutions salines (Reiss) (¹);

3° Inversions observées par les électrothérapeutes dans les cas de dégénérescence.

Il nous est apparu que tous les cas d'inversion observés sur le nerf et le muscle peuvent s'expliquer sans faire intervenir d'inversion réelle des actions polaires, par une simple différence d'excitabilité aux électrodes.

Il nous a été ensuite possible de reproduire expérimentalement des cas typiques d'inversion réversible, en modifiant réversiblement, par l'action de CO^2, l'excitabilité à l'électrode différenciée.

Le détail de ces expériences et de ces critiques théoriques paraîtra dans un autre Recueil.

MÉDECINE. — *De la valeur de l'immunité vaccinale passive.* Note de M. L. **Camus**, présentée par M. Ch. Bouchard.

Les expériences que j'ai précédemment rapportées ont montré qu'il est facile de mettre en évidence chez le lapin, au moyen d'injections de 10^{cm^3} par kilogramme, l'action immunisante du sang et du sérum virulicides. L'influence très marquée que cette dose de sérum ou de sang exerce sur un animal normal m'a permis de constater que l'immunisation passive est immé-

(¹) Reiss, *Die Entartungsreaction* (Berlin, 1911).

diate et que le fractionnement de l'injection n'augmente pas la résistance de l'organisme. Enfin, mes expériences sur l'action préventive et curative du sérum des animaux vaccinés ont, dans les mêmes conditions, permis d'apprécier, d'une part, la valeur protectrice très nette du sérum virulicide et ont fait ressortir, d'autre part, combien est limitée son influence sur l'infection déclarée. 20 heures après le début de l'atteinte de l'organisme par le virus, c'est-à-dire cliniquement, en pleine phase d'incubation, le sérum est incapable non seulement d'empêcher l'éruption d'apparaître, mais même d'en diminuer l'intensité. Ces faits, d'un intérêt théorique et pratique certain, correspondent vraisemblablement à des réactions générales et habituelles de l'organisme aux infections. Or les réactions latentes qui précèdent l'apparition des symptômes cliniques de l'infection sont souvent très importantes et très précoces. Dans l'infection pyocyanique, par exemple, M. le professeur Ch. Bouchard a observé que, déjà 6 heures après l'inoculation, tous les leucocytes contiennent des bacilles [1]. Il importe donc de rechercher avec soin, pendant les premières heures qui suivent l'inoculation, l'influence du sérum immunisant sur le virus. Je me propose de faire cette étude.

Présentement, je voudrais faire connaître les résultats d'expériences destinées à mettre en évidence le degré d'influence du sérum et du sang des animaux vaccinés sur la production de l'immunité absolue. Les tentatives thérapeutiques de Maurice Raynaud et les recherches de A. Chauveau, pour ne rappeler que les plus anciennes, ont montré que d'assez fortes doses de sérum de sujets vaccinés n'immunisent pas toujours les individus réceptifs au virus; ultérieurement, beaucoup d'autres auteurs ont confirmé ces résultats. Strauss, Chambon et Ménard ont, les premiers, réussi à réaliser l'immunisation vaccinale passive et ont précisé qu'il était indispensable d'injecter de très fortes doses pour obtenir à coup sûr un résultat positif. Les expériences sur le lapin que j'ai déjà publiées conduisent à la même conclusion, mais elles n'établissent pas s'il est possible de suspendre complètement dans l'organisme l'évolution apparente du virus [2].

---

(1) *Les Microbes pathogènes*, p. 153, et *Comptes rendus*, 4 novembre 1889.

(2) Dans un numéro du *Bulletin de l'Académie royale de Médecine de Belgique*, daté du mois d'avril 1912, mais non encore parvenu à la bibliothèque de l'*Académie de Médecine*, MM. Henseval et Convent publient des recherches relatives à l'action préventive et curative du sérum des lapins vaccinés. Je dois à l'obligeance de ces auteurs d'avoir pu prendre, aujourd'hui même, connaissance de leur intéressant travail; on y trouvera quelques résultats analogues à ceux que j'ai obtenus.

Une dose de 10^{cm^3} par kilogramme injectée en une seule fois avant la vaccination diminue considérablement l'intensité de l'éruption, mais ne l'entrave jamais complètement. Si l'on emploie 20^{cm^3} ou 25^{cm^3} de sérum par kilogramme, mais en multipliant les injections on n'obtient pas une immunisation plus complète; on peut même pousser la dose jusqu'à 90^{cm^3} par kilogramme au moyen d'injections de 10^{cm^3} à 20^{cm^3} répétées à 48 heures d'intervalle, sans obtenir l'état réfractaire absolu. Je suis arrivé à une immunisation plus complète et presque totale avec une seule injection de 37^{cm^3} par kilogramme. Voici le résumé de ces expériences :

Quantité de sérum injectée par kilogr.	Nombre d'éléments qui ont évolué sur les surfaces cutanées inoculées avec les dilutions $\frac{1}{100}$.	$\frac{1}{500}$.	$\frac{1}{1000}$.	Réactions consécutives aux trois piqûres faites sur le nez.	la muqueuse buccale.
0^{cm^3}	confluents (plusieurs centaines)	confluents (plusieurs centaines)	confluents (plusieurs centaines)	3 belles pustules	3 beaux éléments
10	8	6	3	1 pustule moyenne 2 petites pustules	1 petit élément 2 insuccès
20	13	5	2	1 petite pustule 1 très petite pustule 1 insuccès	1 tout petit élément 2 insuccès
25	14	5	0	1 tout petit élément 2 insuccès	3 insuccès
90	9	5	1	3 petits éléments	1 tout petit élément 2 insuccès
36,7	Résultat presque nul (très petites macules)			3 insuccès	3 insuccès

Il semble donc que la masse totale de sérum employé a moins d'influence que la quantité injectée en une seule fois dans l'organisme. En calculant, d'après ces résultats, ce qu'il serait nécessaire d'injecter à un homme adulte pour l'immuniser complètement, on peut estimer qu'il faudrait employer environ $2^l,5$ de sérum. Beclère, dans ses expériences avec le sérum de génisse vaccinée, était arrivé à un résultat analogue.

Le sang total n'a pas une puissance immunisante manifestement supérieure à celle du sérum.

A certains animaux j'ai injecté 20^{cm^3} de sang et j'ai simplement diminué l'intensité de l'éruption. Dans le but d'obtenir une immunisation passive complète, j'ai, dans une série d'expériences, fait précéder l'injection de sang d'une saignée très abondante, j'ai même dans quelques cas refait une deuxième saignée et une deuxième injection intraveineuse de sang virulicide. Les résultats ont été les suivants :

Poids des lapins.	Volume de la saignée.	Volume du sang transfusé.	Nombre d'éléments qui ont évolué sur les surfaces cutanées inoculées avec les dilutions $\frac{1}{100}$.	$\frac{1}{500}$.	$\frac{1}{1000}$.	Réactions consécutives aux inoculations par piqûre sur le nez.	la muqueuse buccale.
kg 2,850	cm³ 37	cm³ 40	38	12	3	6 positives 2 négatives	3 négatives
2,880	55	45	41	13	2	5 positives 3 négatives	3 négatives
1,990	40 36	40 40	Quelques très petites macules			2 positives 6 négatives	3 négatives
1,620	38 25	40 50	Résultats douteux presque nuls			1 positive 7 négatives	3 négatives

Ces dernières expériences montrent bien que l'immunisation passive absolue est très difficilement réalisable, et elles font penser que l'immunité vaccinale de l'organisme n'est peut-être pas assurée uniquement par le sang. Ce dernier point ne ressort pas avec évidence des faits rapportés ici; mes expériences, en effet, indiquent seulement qu'il est nécessaire de transfuser une quantité de sérum ou de sang voisine de la masse totale du sang du corps pour obtenir une immunité complète.

Si l'on rapproche les résultats des expériences faites avec le sérum de ceux obtenus avec le sang, on sera frappé de la faiblesse relative du pouvoir immunisant du sang. Il y avait lieu de penser, en effet, qu'en faisant passer directement dans les vaisseaux avec le plasma un nombre assez grand de phagocytes d'un animal immunisé, l'immunisation passive s'en trouverait fortement accrue; il est aussi surprenant que la saignée préalable qui a permis de remplacer la plus grande partie du sang normal par du sang immunisé n'ait pas aussi renforcé la résistance de l'organisme. L'immunisation par le sang semble donc tenir principalement à sa propriété virulicide.

Quoi qu'il en soit, de ces recherches et de celles qui précèdent un fait pratique important ressort nettement, c'est qu'il ne faut compter que sur la vaccination préventive pour combattre sûrement la variole.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Le Magot animal réactif du trachôme. Filtrabilité du virus. Pouvoir infectant des larmes.* Note de MM. **Charles Nicolle**, **L. Blaisot** et **A. Cuénod**, présentée par M. Roux.

I. Dans une Note antérieure ([1]), nous avons montré qu'il était facile de reproduire le trachôme (conjonctivite granuleuse) chez le Chimpanzé avec tous les caractères que présente la maladie humaine; de nombreuses expériences, pratiquées sur divers singes inférieurs, ne nous avaient au contraire donné que des résultats insuffisants ou nuls; en dehors du singe, aucun animal sensible.

La rareté des chimpanzés nous a incités à passer en revue des singes de nombreuses espèces, dans l'espoir d'en découvrir un qui se prêtât à nos expériences. Nous avons eu la bonne fortune d'y réussir. Cet animal est le Magot (*Macacus inuus*). Au rebours des autres macaques peu sensibles (*M. sinicus*, *M. cynomolgus*) ou tout à fait réfractaires (*M. Rhesus*), le Magot offre, vis-à-vis du virus trachomateux, une sensibilité, sinon parfaite, du moins très suffisante pour permettre l'étude expérimentale de la maladie.

Le meilleur mode d'infection consiste à excorier superficiellement la conjonctive avec une curette souillée du produit virulent; le dépôt dans l'œil d'une goutte d'un mélange de virus et de *tripoli* donne un résultat identique.

Après une période d'incubation absolument silencieuse, sans sécrétion, sans réaction inflammatoire et d'une durée de 8 jours environ, les conjonctives s'hyperémient et prennent un aspect œdémateux et infiltré. Vers le 14e jour, des granulations paraissent; elles offrent les mêmes caractères que chez l'Homme ou le Chimpanzé et le même siège primordial et électif aux paupières supérieures, près de la limite du cartilage tarse. De là, l'infection gagne les parties voisines, atteignant au bout de quelques semaines les paupières inférieures, le limbe et parfois la caroncule, épargnant toujours la cornée.

A la troisième ou quatrième semaine, l'aspect est typique. Puis, après une période stationnaire d'une quinzaine de jours environ, les lésions pâlissent et rétrocèdent; elles abandonnent les parties envahies les dernières,

([1]) *Comptes rendus*, 29 mai 1911, p. 1504.

pour se cantonner et persister quelque temps au niveau des régions d'élection (bord du tarse); vers le troisième mois, elles ont disparu, sans jamais s'être accompagnées de sécrétion et sans laisser de traces.

Chez le Chimpanzé, l'évolution est semblable; après une durée un peu plus longue (un an environ), elle aboutit à la guérison complète.

II. La connaissance d'un animal réactif aussi commode que le Magot nous a permis d'aborder la solution de divers problèmes intéressant le trachôme, en premier lieu celui de la filtrabilité du virus. Il nous a fallu, en raison de la faible quantité des produits virulents sur lesquels nous devions opérer, construire nous-mêmes le dispositif nécessaire. Nous l'avons obtenu en empruntant une rondelle à une bougie Berkefeld du modèle le plus perméable et en la scellant à l'extrémité d'un petit tube de verre, au moyen d'un ciment spécial. Comme test, nous avons employé l'eau de conduite, additionnée de vibrions cholériques; notre filtre s'est montré imperméable aux microbes. Dans une première expérience, nous avons employé comme véhicule l'eau physiologique; dans la seconde, les larmes mêmes du malade; l'opération a demandé chaque fois 15 minutes.

Première expérience. — *Magot* 3 (filtrat). — Après 14 jours, hyperémie et infiltration; le 22e jour, quelques petites élevures; une granulation nette le 43e jour; puis les lésions s'étendent; l'aspect est typique le 58e jour. Témoins : le *Magot* 2 qui a fait un trachôme classique et un *Rhesus* réfractaire.

Un passage pratiqué sur le *Chimpanzé* 3 le 24e jour, alors que les lésions étaient encore mal caractérisées, a donné un résultat positif.

Deuxième expérience (pratiquée sur le Chimpanzé). — *Chimpanzé* 4 (filtrat). — La première granulation apparaît le 14e jour; d'autres ensuite, en petit nombre, mais tout à fait typiques; elles persistent après 50 jours. Témoin : le *Magot* 4, qui a contracté un trachôme classique.

III. Nos expériences de l'an passé nous avaient montré que la plaie la plus superficielle permettait la pénétration du virus; nous avons cherché si, d'autre part, le dépôt sur la conjonctive d'un virus très dilué, comme le sont les larmes, suffisait pour assurer la contagion. Le résultat a été positif.

Magot 5 (même virus que dans la seconde expérience de filtration). — Dépôt de larmes virulentes dans l'œil droit, dont les conjonctives sont très légèrement scarifiées. Les granulations ont apparu le 10e jour, elles atteignent leur développement maximum du 15e au 21e jour, puis elles décroissent; au 50e jour, elles sont encore apparentes.

Fait intéressant, l'œil gauche non inoculé a été pris, avec un retard de quelques jours seulement, sur l'œil inoculé.

Magot 6. — Le même virus (larmes) a été déposé dans l'œil gauche de ce singe, sans aucune excoriation préalable. Les lésions sont demeurées discrètes : infiltration et hyperémie au lieu d'élection, mais sans granulations; elles ont évolué en une quinzaine de jours; l'œil non inoculé n'a pas été atteint.

Conclusions. — 1. Seul des singes inférieurs étudiés jusqu'à ce jour, le Magot offre au virus trachomateux une sensibilité manifeste. Cette sensibilité le désigne comme animal réactif dans l'étude de la conjonctivite granuleuse.

2. L'agent invisible du trachôme est un microbe filtrant.

3. Les larmes des malades sont infectantes par dépôt sur la conjonctive excoriée et même par simple contact avec cette muqueuse indemne. Cette donnée, la gravité extrême du trachôme et sa longue contagiosité, prouvée par nos expériences précédentes, justifient et commandent les mesures de prophylaxie les plus sévères.

MÉDECINE. — *Pathogénie des hémarthroses du genou.* Note de MM. **Pierre Delbet** et **Pierre Cartier**, présentée par M. Lucas-Championnière.

Quand on constate dans un genou un épanchement notable, tendu, rapidement développé après un accident, on porte un diagnostic d'hémarthrose et en effet, si l'on ponctionne l'articulation, on en retire un liquide rouge qui a l'aspect du sang veineux.

L'origine de l'hémorragie n'est point aisée à déterminer. Si l'on a réussi à produire sur le cadavre des lésions capables de l'expliquer, dans bien des cas on ne trouve pas sur le malade de symptômes correspondant à ces lésions, et le traumatisme a été si minime qu'il est difficile de croire à leur existence. L'épanchement semble constituer tout le mal.

D'autre part le liquide, malgré son apparence, ne contient que très peu de sang. Quand on fait la numération des éléments figurés, on ne trouve qu'un petit nombre de globules. Le minimum que nous ayons trouvé est 12000; le maximum, 188000.

Ces considérations nous ont conduits à chercher s'il n'y a pas quelque autre cause à ces épanchements hématiques, qui ont bien une étiologie traumatique, mais qui, dans la majorité des cas, ne s'accompagnent d'aucune lésion capable de les expliquer.

Nous avons commencé nos recherches sur cette question en mars 1909. Nous avons ponctionné toutes les hémarthroses traumatiques qui se sont

présentées et nous avons étudié le liquide au point de vue bactériologique et cytologique.

L'étude bactériologique a été faite de trois façons : 1° la recherche directe des micro-organismes sous le microscope par l'inoscopie; 2° les cultures; 3° les inoculations.

L'inoscopie a été faite très exactement suivant la technique de Jousset. Les ensemencements ont été faits les uns sur du bouillon ascite, les autres sur un milieu spécial que M. Jousset a bien voulu nous fournir, et dont il n'a pas encore publié la composition. Les inoculations ont été faites avec le caillot sous la peau de la région inguinale.

Les douze cas étudiés dans ces conditions nous ont donné les résultats suivants :

Dans deux cas, le liquide était stérile. Dans trois cas, l'inoscopie et les cultures ont révélé la présence d'un micro-organisme que nous étudions actuellement.

Restent sept cas sur lesquels nous voulons attirer l'attention. Dans le liquide de ces sept hémarthroses cliniquement banales, nous avons trouvé des bacilles tuberculeux. Mais ils n'ont pas tous les sept la même valeur. Deux fois l'étude a été incomplète. Nous n'avons fait ni culture ni inoculation. La présence de bacilles a été seulement constatée sous le microscope par l'inoscopie. Les colorations ont été faites par la méthode de Ziehl qui, d'après Philibert, élimine presque complètement les chances de confusion avec les acido-résistants. Nous reconnaissons cependant que ces cas ne donnent pas de certitude.

Dans un cas, la recherche microscopique a montré des bacilles tuberculeux; les cultures ont été positives et pures; mais l'inoculation de la fibrine n'a pas tuberculisé le cobaye. Ce résultat négatif peut s'expliquer par la faible virulence du bacille.

Enfin, dans quatre cas, le microscope et l'inoculation ont donné des résultats concordants : le microscope a permis de voir des bacilles; les cobayes ont été tuberculisés. Dans deux de ces cas, l'ensemencement n'a pas été fait. Dans les deux autres, les ensemencements ont donné des cultures pures.

Ainsi la présence de bacilles tuberculeux nous paraît certaine dans cinq cas, et elle est au moins très probable dans les deux autres.

On peut se demander si les bacilles apportés par le sang n'ont pas colonisé dans l'épanchement après sa production, et ceci conduit à la très grosse question du rôle du traumatisme dans le développement de la tuberculose articulaire.

Nous ferons remarquer que la ponction a été faite dans la majorité des cas moins de 48 heures après l'accident. Il faudrait donc, si l'ensemencement de l'articultation était postérieur au traumatisme, que la colonisation ait été d'une extraordinaire rapidité.

D'ailleurs, avec cette hypothèse, il faudrait attribuer l'épanchement hématique au seul traumatisme. Or c'est justement parce que le traumatisme ne nous paraissait pas l'expliquer, que nous avons cherché s'il n'avait pas une autre cause.

Aussi, sans vouloir trancher d'une manière générale la grosse question des rapports du traumatisme avec la tuberculose, nous pensons que dans ces cas l'infection tuberculeuse articulaire préexistait au traumatisme. C'est parce que la synoviale était altérée et vascularisée anormalement que le traumatisme a entraîné une hémorragie.

Comme un effort insignifiant fait saigner un poumon atteint par le bacille, un petit traumatisme fait saigner légèrement la synoviale touchée. Il s'agit, pourrait-on dire, d'hémoptysies articulaires.

L'exactitude de cette manière de voir nous paraît encore confirmée par les faits suivants : dans les deux cas où le liquide était stérile, le traumatisme avait été plus violent que dans ceux où nous avons trouvé des bacilles. Dans ces deux cas, le liquide était plus hématique que dans les autres. (112000 et 188000 G. R. dans les cas stériles; 12000, 29600, 32500, 45480, 82000 dans les autres).

Nous croyons donc pouvoir conclure qu'à côté d'hémarthroses d'origine purement traumatique, il en est d'autres qui, bien qu'ayant les mêmes apparences cliniques, sont dues à une lésion tuberculeuse antérieure n'ayant entraîné aucun symptôme. L'articulation saigne à l'occasion d'un traumatisme, parce qu'elle est antérieurement malade.

On ne manquera pas de nous objecter que les hémarthroses guérissent d'ordinaire assez simplement.

La valeur de cette objection est très relative, car il existe certainement des formes d'arthrite tuberculeuse très curable. Celle qui donne lieu aux hémarthroses est de ce nombre dans la majorité des cas, mais non toujours. Deux malades ponctionnés antérieurement pour des hémarthroses post-traumatismes avaient paru guérir après la ponction; mais nous les avons retrouvés plus tard avec des tumeurs blanches manifestes des mêmes articulations.

Cliniquement les hémarthroses tuberculeuses ne se révèlent par rien de

particulier. Est-il possible de les reconnaître autrement que par la recherche du bacille?

Ne pouvant, faute de place, exposer en détail nos études cliniques et cytologiques, nous en donnons seulement les conclusions.

Quand le traumatisme est peu violent, que l'épanchement n'est pas immédiat, qu'il contient peu de globules rouges et beaucoup de lymphocytes, on doit soupçonner, sinon affirmer, qu'une hémarthrose est tuberculeuse.

Ces conclusions ne sont peut-être pas sans importance pratique, car les hémarthroses de cette origine ne doivent pas être soignées comme celles qui sont purement traumatiques.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Influence des sels d'urane sur les ferments alcooliques.* Note de M. E. Kayser, présentée par M. Müntz.

On sait que les combinaisons solubles de l'urane se montrent toxiques vis-à-vis de l'organisme animal et qu'elles le sont à un degré bien moindre vis-à-vis des végétaux; il pouvait être intéressant d'étudier leur action sur les ferments alcooliques.

Bokorny a déjà signalé que $0^g,250$ de nitrate d'uranyle dans un milieu liquide ne gênait pas une masse de 1^{kg} de levure.

L'expérience apprend qu'en ensemençant de la levure pure, au fil de platine, dans un liquide sucré, additionné de 5^{cg}, 10^{cg}, 20^{cg} par litre, de nitrate d'uranyle, de phosphate d'urane, d'uranate de potasse ou d'ammoniaque, elle peut être accoutumée à supporter ces sels au bout d'un certain nombre de générations; les uranates se montrent plus toxiques que le phosphate et le nitrate d'urane.

Ensemençons la même levure de cidre dans l'eau de touraillons à 25 pour 100 de saccharose, additionnée de $0^g,2$ par litre des divers sels cités; dans l'une des séries (I) la levure agira en présence des doses indiquées; dans l'autre (II) on a, après une première stérilisation, débarrassé par filtration le liquide des sels non dissous et ensemencé la levure; en rapportant à 100 les quantités d'alcool formé dans le témoin (après 15 jours de fermentation) on a les rapports suivants :

	I.	II.
Témoin (sans addition)	100	100
Témoin + phosph. d'Ur.	97	114
Témoin + nitr. d'Ur.	89	108
Témoin + uran. de K.	83	118

L'addition des sels d'urane diminue la quantité d'alcool (série I), mais lorsqu'ils se trouvent en quantité infinitésimale (série II), ces sels exercent une action stimulante, de façon à dépasser la teneur alcoolique du témoin.

Cette action toxique s'exerce-t-elle de la même façon sur la sucrase et la zymase?

Ensemençons de l'eau de touraillons à 25 pour 100 de saccharose ou 25 pour 100 de glucose, additionnée de 0g,10 et 0g,20 de nitrate d'uranyle par litre; posons la quantité d'alcool des témoins égale à 100.

	Milieu glucosé.	Milieu saccharosé.
Témoin	100	100
Témoin + 10cg nitr. Ur.	97	71
Témoin + 20cg nitr. Ur.	76	70

Nous constatons que la sucrase est plus sensible que la zymase.

Comparons la levure entraînée par une série de générations, dans un milieu additionné de 0g,1 de sel d'urane par litre, à celle non accoutumée, mais bien rajeunie.

Alcool formé.

	Milieu sans urane.	Milieu additionné du sel d'urane par litre.	
Levure non accout.	100	+10cg nitrate	64
Levure accout. 3 génér.	65		
Levure accout. 9 génér.	74	+10 nitrate	57
» »		+10 phosph.	64
» »		+10 uran. K	39

On voit que l'accoutumance s'acquiert lentement, bien que la fermentation se déclare de plus en plus rapidement; remarquons en outre que l'addition de nitrate fait tomber le taux d'alcool pour la levure non accoutumée de 100 à 64 et pour celle de la neuvième génération seulement de 74 à 57.

On sait que le nitrate d'uranyle a la propriété de coaguler l'albumine; dès qu'on ajoute au milieu précédent, contenant 0g,10 de nitrate d'uranyle, 2g d'asparagine par litre, la fermentation se déclare très rapidement et les taux d'alcool obtenus ont été pour la levure non accoutumée 105 et pour la levure accoutumée 107, dépassant de beaucoup tous les autres.

L'expérience suivante nous montre comment le phosphate d'urane se comporte vis-à-vis du suc de levure de bière obtenu par la méthode Lebedeff.

Abandonnons 20cm³ de suc obtenu, soit en ajoutant 90cg de phosphate d'urane par litre dans l'eau de macération (tube *a*), soit sans addition (tube *b*) en présence de 10g de

sucre candi; de plus, additionnons 20^{cm^3} du liquide *b* de la même proportion de phosphate d'urane (tube *c*) en présence de 10^g de sucre; le dégagement gazeux commence partout rapidement, on dose le sucre restant après 9 jours.

	a. Sel d'urane pendant macération.	*b.* Témoin.	*c.* Sel d'urane ajouté au liquide *b*.
Sucre total disparu exprimé en SI.....	g 1,990	g 2,295	g 1,585
Sucre disparu par jour..............	0,221	0,255	0,174
Proportion pour 100 du sucre disparu..	40	46	32

Les sels d'urane se comportent donc vis-à-vis du suc comme vis-à-vis de la levure et l'on voit que leur toxicité est bien diminuée lorsqu'ils se trouvent en présence d'une certaine masse de levure (tube *a*).

Les faibles doses de ces sels peuvent servir de stimulants et pousser la teneur alcoolique au maximum possible, comme nous l'avons signalé pour les sels de manganèse.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la présence normale du bore chez les animaux.* Note de MM. **Gabriel Bertrand** et **H. Agulhon**, présentée par M. E. Roux.

La présence de petites quantités d'acide borique dans les cendres du vin et de quelques végétaux a d'abord été signalée comme un fait exceptionnel, mais des recherches précises et étendues, entreprises en partie par l'un de nous (¹), ayant permis de doser entre un millième et un centième environ d'acide borique dans les cendres de tous les végétaux examinés, on doit compter aujourd'hui le bore parmi les éléments constitutifs des espèces végétales.

En est-il de même en ce qui concerne les espèces animales? Jay et Dupasquier ont cherché le bore dans un os et dans la chair musculaire du bœuf sans en trouver (²). Jay l'a cherché à nouveau dans le lait de la vache, le sang du bœuf et du mouton sans plus de succès (³). Mais ces observateurs ont vu que l'urine de l'homme, des Ruminants et du cheval renferme plu-

(¹) H. Agulhon, *Thèse doct. ès sciences nat.*, Paris, 1910. On trouvera dans cette Thèse la bibliographie de la question.

(²) *Comptes rendus*, t. 121, 1895, p. 260, et *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XIII, 1895, p. 877.

(³) *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XV, 1896, p. 33.

sieurs milligrammes du métalloïde par litre, de sorte que l'un d'eux a cru pouvoir écrire que le bore « introduit à très petites doses dans l'estomac des animaux, comme cela se produit quotidiennement, n'est en aucune façon assimilé et est rejeté avec les déjections » ([1]).

Il n'est pas impossible qu'une différence de composition élémentaire aussi profonde sépare les espèces végétales et les espèces animales; mais, avant de l'admettre d'une manière définitive, il est indispensable de recourir à de nouvelles expériences, entreprises dans des conditions de grande précision et d'extrême sensibilité. L'un de nous, en effet, a montré tout récemment, en collaboration avec Medigreceanu, que le manganèse existe d'une manière aussi constante dans l'organisme des animaux que dans celui des végétaux, mais en proportions beaucoup plus petites ([2]). Il peut en être de même pour le bore.

Nous avons utilisé, pour trancher cette question, la méthode que nous avons publiée il y a deux ans, grâce à laquelle il est possible de reconnaître *très nettement* un demi-millième de milligramme de bore et qui peut même donner, dans certaines conditions, une réaction positive avec $\frac{1}{50000}$ de milligramme du métalloïde ([3]).

Les expériences dont nous apportons aujourd'hui les premiers résultats ont porté sur le cobaye, le lapin, le mouton, le bœuf et le cheval.

Les organes ou tissus recueillis et desséchés avec toutes les précautions désirables ont été brûlés, soit par portions dans une bombe en platine à l'aide d'oxygène électrolytique ([4]), soit au four à moufle, à la température la plus basse possible. Le résidu de la combustion a été transvasé dans un petit ballon, éthérifié par l'alcool méthylique; l'éther a été distillé et saponifié par la soude, enfin la solution sodique

---

([1]) JAY, dernière citation.

([2]) *Comptes rendus*, t. 154, 1912, p. 941 et 1450; t. 155, 1912, p. 82 et *Bull. Soc. chim.*, 4e série, t. XI, 1912.

([3]) *Bull. Soc. chim.*, 4e série, t. VII, 1910, p. 90 et 125. Depuis cette publication, nous avons rencontré une fois de l'acide sulfurique si difficile à purifier complètement que nous l'avons remplacé par de l'acide phosphorique obtenu en mélangeant une partie d'anhydride avec une partie d'eau. L'emploi de ce nouvel acide (5^{cm^3}) pour favoriser la formation de l'éther méthylborique présente en outre l'avantage de ne pas déplacer d'une manière appréciable l'acide chlorhydrique, ce qui serait très gênant au point de vue de la sensibilité dans le cas des cendres animales, ni l'acide azotique, encore plus gênant, qui se produit lorsqu'on opère la destruction des matières organiques par la bombe.

([4]) Voir, pour l'emploi de la bombe dans les cas de ce genre : GABRIEL BERTRAND, *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXIX, 1903, p. 920.

essayée avec le curcuma et, quand il y avait lieu, c'est-à-dire quand il y avait assez de métalloïde, transformée en fluorure de bore et examinée au spectroscope.

Dans le Tableau suivant, nous exprimons l'intensité relative de la réaction au curcuma par la longueur, en millimètres, de la partie de la bande colorée en rouge après 18 et 48 heures, la solution sodique ayant été ramenée, dans tous les cas, au volume final d'un centimètre cube.

Substances analysées.	Poids secs.	Poids frais.	Mode de destruction.	Long. color. après 18 heures.	Long. color. après 48 heures.	Réaction spectrale.
Cobaye.						
Nouveau-né	40g,5	120g	Moufle	3mm	5mm	
Lapin.						
Peau	10	»	Id.	0	0	
Id.	10	»	Id.	0	0	
Poils	10	»	Id.	5	8	
Muscles	10	35,8	Id.	2,5	4	Nette (sur 20g secs)
Id.	20	71,6	Id.	3	»	
Foie	10	39,8	Id.	1	»	
Id.	10	39,8	Bombe	2	4	
Tube digestif	10	59	Moufle	0	0	
Os	10	13	Id.	2	3	
Sang	7,5	12	Id.	0	0	
Poumon	6	12	Id.	0	0	
Mouton.						
Cerveau	10	55,5	Id.	0	0	
Langue	10	34,5	Id.	0	1	
Bœuf.						
Cornes	5	»	Bombe	3	»	Très nette (sur 20g)
Id.	10	»	Id.	5	»	
Langue	10	44,2	Moufle	0	1	
Id.	24	106	Id.	0	1	
Foie	10	31,8	Id.	0	0	
Bile	10	107	Id.	2	»	
Poumon	10	53	Id.	0	0	
Cœur	10	42	Id.	0	1	
Cheval.						
Langue	10	39,5	Id.	0	1	
Poils	10	»	Id.	3	5	Très nette (sur 30g)
Sang	10	46	Id.	0	0	
Id.	10	46	Bombe	0	0	
Id.	40	184	Moufle	0	1	

On voit, par ces résultats, que le bore se trouve dans l'organisme des cinq animaux que nous avons examinés. Il est relativement facile à mettre en évidence, non seulement dans les poils, les cornes et les os, mais aussi dans le foie et dans les muscles. Néanmoins, comme il fallait s'y attendre, sa proportion est toujours extraordinairement petite. Ainsi, dans les muscles du lapin, elle doit être, d'après les essais comparatifs que nous avons tentés ([1]), d'environ $\frac{1}{200}$ de milligramme pour 10^{g} de substances sèches, soit, par conséquent, d'environ 1^{mg} pour 7^{kg} de muscles frais. Le sang, chez le cheval, serait approximativement 10 fois plus pauvre encore que les muscles du lapin.

M. F. Schwers adresse une Note intitulée : *A propos de la Note de M. P.-Th. Muller et Mlle V. Guerdjikoff « Sur la réfraction et la rotation magnétique des mélanges »*.

(Renvoi à l'examen de M. E. Bouty.)

M. A. Martin adresse un pli cacheté contenant un Mémoire *Sur le mouvement des solides dans les fluides*.

(Renvoi à l'examen de M. Boussinesq.)

La séance est levée à 4 heures et demie.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 8 juillet 1912.

Atlas universel de Géographie, construit d'après les sources originales et les documents les plus récents, commencé par L. Vivien de Saint-Martin, continué par Fr. Schrader, gravé sur cuivre sous la direction de MM. E. Colin et E. Delaune;

([1]) En tenant compte de l'influence du chlorure de sodium.

Ouvrage renfermant 90 cartes tirées en taille-douce, accompagnées de Notices bibliographiques. Paris, Hachette et Cie, s. d.; 1 vol. in-f° et 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Grandidier. Hommage de M. Fr. Schrader.)

*Comptes rendus des séances de la quatrième Conférence de la Commission permanente et de la deuxième Assemblée générale de l'*Association internationale de Sismologie, réunies à Manchester du 18 au 21 juillet 1911, rédigés par le Secrétaire général R. de Kövesligethy. Budapest, Victor Hornyansky, 1912; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Ph. van Tieghem.)

Bulletin des séances de la Société des Sciences de Nancy; 3e série, t. XIII, fasc. 1, janvier-mars 1912. Nancy, Albert Barbier, 1912; 1 fasc. in-8°.

Mémoires de la Société nationale des Sciences naturelles et mathématiques de Cherbourg; t. XXXVIII. Cherbourg, Émile Le Maout, 1911-1912; 1 vol. in-8°.

Flora Koreana, pars secunda, elaboravit Takenoshin Nakai, botanicus adjutor in Academia Scientiae, imp. Univ. Tokyiensis; cum 20 tabulis. (*Journal of the College of Science*, *Imperial University*, *Tokyo;* t. XXXI.) Tokyo, 1911; 1 vol. in-8°.

The Agaves of Lower California. — Revision of the Agaves of the group Applanatae. — A dwarf form of Agave angustifolia. — An additional Tree-Yucca and one other species new to United States. — Species in Agave. — The smallest of the century plants, by William Trelease. (Extr. de *Twenty-second annual Report of the Missouri botanical Garden.*) 1 vol. et 5 fasc. in-8°.

The Allionaceae of Mexico and Central America, by Paul C. Standley. Washington, 1911; 1 fasc. in-8°.

Mineral resources of the United States, 1910. Part I : *Metals;* Part II : *Nonmetals.* Washington, 1911; 2 vol. in-8°.

Transactions of the Royal Society of Edinburgh; t. XLVIII, Part I; session 1911-1912. Édimbourg, 1912; 1 vol. in-4°.

On souscrit à Paris, chez **GAUTHIER-VILLARS**,
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis 1835 les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique des matières, l'autre par ordre alphabétique des noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annue et part du 1er Janvier.

Prix de l'abonnement :

Paris : **30** fr. — Départements: **40** fr. — Union postale: **44** fr.

On souscrit dans les départements,

	chez Messieurs :
Agen	Ferran frères. Chaix.
Alger	Jourdan. Ruff.
Amiens	Courtin-Hecquet.
Angers	Grassin. Siraudeau.
Bayonne	Jérôme.
Besançon	Marion.
Bordeaux	Feret. Laurens. Muller (G.).
Bourges	Renaud.
Brest	Derrien. Grandmontagne. F. Robert. Uzel frères.
Caen	Jouan.
Chambéry	Dardel.
Cherbourg	Henry. Marguerie.
Clermont-Ferr.	Delaunay. Girard-Guillochin.
Dijon	Ratel. Rey. Venot.
Douai	Degez. Lauverjat.
Grenoble	Rey et Cie.
La Rochelle	Foucher.
Le Havre	Dombre. Flammarion.
Lille	Giard. Janny. Tallandier.
Lorient	Baumal. Gosse.
Lyon	Duplat. Georg. Maloine. Phily.
Marseille	Ruat.
Montpellier	Valat. Coulet.
Moulins	Martial Place.
Nancy	Barbé. Berger. Wagner et Lambert.
Nantes	Veloppé.
Nice	Barma.
Nîmes	Lavagne-Peyrot.
Orléans	Loddé.
Poitiers	Blanchier. Lévrier.
Reims	L. Michaud.
Rennes	Plihon et Hommais.
Rochefort	Ripé.
Rouen	Langlois. Lestringant.
St-Étienne	Chevalier.
Toulon	Alté. Figard.
Toulouse	Gimet. Privat.
Tours	Boisselier. Péricat.
Valenciennes	Giard. Lemaitre.

On souscrit à l'étranger.

	chez Messieurs :
Amsterdam	Feikema Caarelsen et Cie.
Athènes	Eleftheroudakis.
Barcelone	Piaget. Verdaguer.
Berlin	Asher et Cie. Friedlander et fils. Mayer et Müller.
Berne	Francke.
Bologne	Zanichelli.
Bruxelles	Lamertin. Lebègue et Cie. Ramlot.
Bucarest	Alcalay. Socec et Ce.
Budapest	Kilian.
Cambridge	Deighton, Bell et Ce.
Christiania	Cammermeyer.
Constantinople	Otto Keil.
Copenhague	Höst et fils.
Florence	Seeber.
Gand	Herckenrath.
Gênes	Beuf.
Genève	Burckhardt. Georg.
La Haye	Belinfante frères.
Lausanne	Payot et Cie. Rouge. Sack.
Leipzig	Brockhaus. Fock. Twietmeyer. Voss.
Liège	Gnusé. Nierstrasz.
Londres	Dulau. Hachette et Cie. Nutt.
Luxembourg	V. Bück.
Madrid	Dossat. F. Fé. Romo. Ruiz et Cie.
Milan	Bocca frères. Hœpli.
Moscou	Tastevin.
Naples	Marghieri di Giu Pellerano.
New-York	Dyrsen et Pfeiffer Lemcke et Buechne Stechert.
Odessa	Rousseau.
Oxford	Parker et Cie.
Palerme	Reber.
Porto	Magalhaes et Moni
Prague	Rivnac.
Rio-Janeiro	Alves. Briguiet. Garnier.
Rome	Bocca frères. Loescher et Cie.
Rotterdam	Kramers et fils.
Stockholm	Nordiska Boghand
St-Pétersbourg	Wolff. Zinserling.
Turin	Bocca frères. Brero. Rosenberg et Sellie
Varsovie	Gebethner et Wol
Vérone	Drucker.
Vienne	Frick. Gerold et Cie.
Zürich	Rascher.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tomes **1** à **31**. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix .... **25** fr.
Tomes **32** à **61**. — (1er Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix .... **25** fr.
Tomes **62** à **91**. — (1er Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix .... **25** fr.
Tomes **92** à **121**. — (1er Janvier 1881 à 31 Décembre 1895.) Volume in-4°; 1900. Prix .... **25** fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I. — Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbes et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent les Comètes, par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. Claude Bernard. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856 .... 25 f

Tome II. — Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Scienc pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Etudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrai » sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher » nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur Bronn. In-4°, avec 7 planches; 1861... 25 f

A la même Librairie les **Mémoires de l'Académie des Sciences**, et les **Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences**.

N° 3.

TABLE DES ARTICLES (Séance du 16 Juillet 1912)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CORRESPONDANCE.

50192 PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : GAUTHIER-VILLARS.

1912

DEUXIÈME SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOMB 155.

N° 4 (22 Juillet 1912).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1912

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Toute Note manuscrite d'un Membre de l'Académie ou d'une personne étrangère ne pourra paraître dans le *Compte rendu* de la semaine que si elle a été remise le jour même de la séance.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Les *Comptes rendus* ne reproduisent pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* ne contiennent ni planches, ni figures.

Dans le cas exceptionnel où des figures seraient autorisées, l'espace occupé par ces figures comptera pour l'étendue réglementaire.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 22 JUILLET 1912.

PRÉSIDENCE DE M. LIPPMANN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** s'exprime en ces termes :

J'ai à rendre compte à l'Académie de la mission dont elle m'a fait l'honneur de me charger auprès de la Royal Society, à l'occasion du 250e anniversaire de cette illustre Compagnie.

Les fêtes jubilaires ont commencé le mardi 16 juillet, à midi, par un service religieux à l'Abbaye de Westminster. A $2^h 30^m$ les délégués des Académies et Universités de toutes les parties du monde, au nombre d'environ 200, se retrouvaient au siège de la Royal Society pour présenter leurs adresses. Le soir du même jour, un grand banquet avait lieu au Guildhall, situé au milieu de la cité et dont la grande salle ressemble au vaisseau d'une cathédrale.

Les membres du Gouvernement britannique y assistaient, ainsi que le corps diplomatique et les chefs des Églises d'Angleterre et d'Écosse. De nombreux toasts y furent portés, notamment par le Président de la Royal Society, Correspondant de l'Académie des Sciences, Sir Archibald Geikie; par le chef du Cabinet britannique, M. Asquith; par l'archevêque de Cantorbéry, et par d'autres personnages.

La Royal Society s'est montrée très touchée de la part que nous avons prise à son jubilé, et par diverses attentions, par la place qu'elle avait eu soin de réserver à votre représentant dans les cérémonies, elle a pris soin de marquer le haut prix qu'elle attache à la sympathie de l'Académie des Sciences.

GÉOGRAPHIE. — *Sur l'établissement d'une Carte du Maroc occidental au $\frac{1}{200\,000}$.* Note (1) de M. **Bassot.**

Dès le commencement des opérations militaires au Maroc, le Service géographique de l'Armée s'est préoccupé de l'établissement de la Carte de l'Empire chérifien. Au début, les opérations topographiques ont évidemment dû être limitées aux itinéraires des colonnes exécutés par les officiers topographes mis à la disposition des états-majors ; dès 1908, pour étendre les opérations, on constitua à Casablanca un bureau topographique militaire qui procéda immédiatement à des opérations plus régulières et exécuta des levés de reconnaissance couvrant en peu de temps toute la Chaouia, en s'appuyant sur une triangulation sommaire exécutée très rapidement et avec des moyens de fortune par deux officiers géodésiens. Une base de 4^{km} avait été mesurée au décamètre près de Casablanca, et l'on avait déterminé une latitude et l'azimut astronomique d'un côté, au moyen d'un théodolite de campagne donnant les deux minutes centésimales.

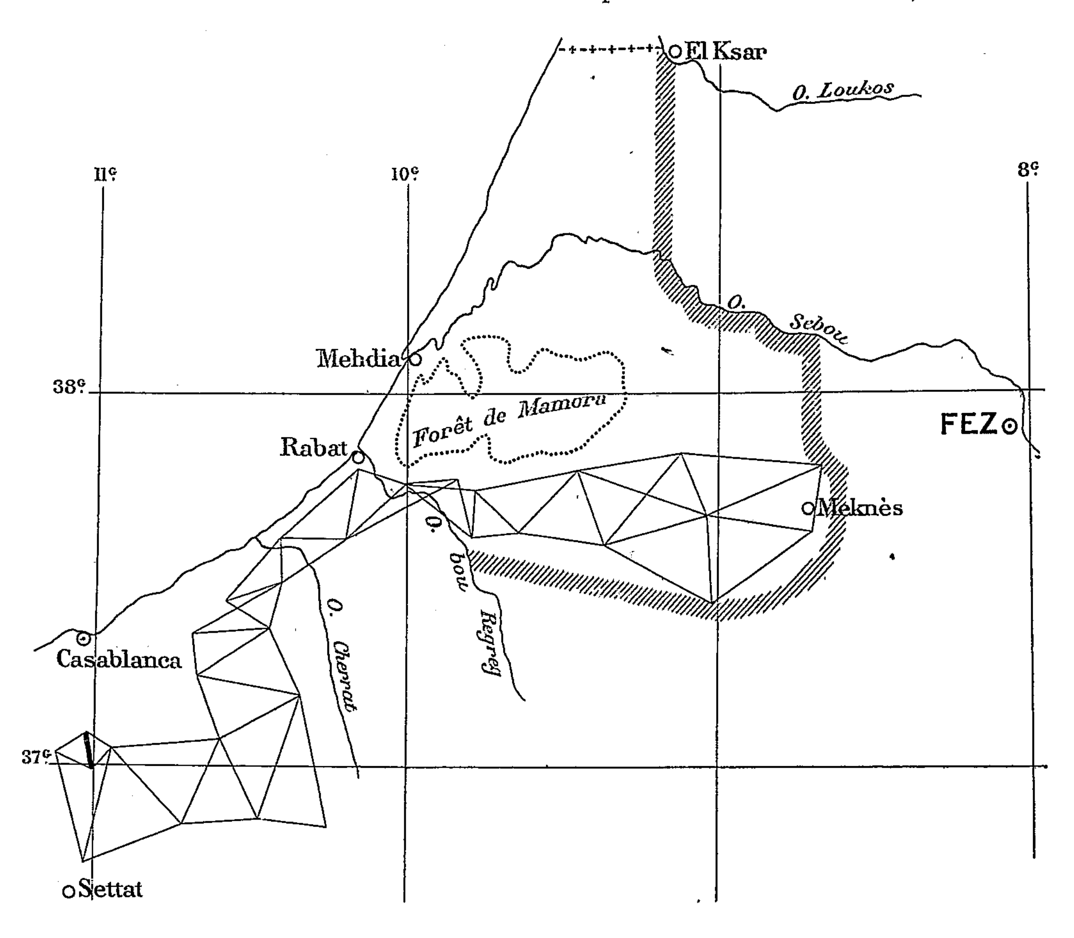
Mais les levés du Bureau topographique, d'une incontestable utilité au point de vue militaire, qui ont rendu et rendent encore les plus grands services, ne pouvaient avoir une précision suffisante pour être utilisée avec fruit par la Direction des Travaux publics. Il est, d'autre part, hors de doute qu'une Carte définissant le terrain par des courbes de niveau et appuyée sur des points côtés nombreux et précis, dont l'établissement précéderait les études des grandes entreprises de travaux publics, permettrait de réaliser, par la force même des choses, des économies considérables. C'est en application de ce principe, et en s'inspirant de ce qu'avait fait en 1882, pour la Tunisie, l'un de ses prédécesseurs, le général Perrier, dans une circonstance analogue, que le Directeur du Service géographique proposa, en décembre 1911, au Ministre de la Guerre et obtint de commencer dès 1912 les opérations nécessaires à l'établissement d'une Carte au $\frac{1}{200\,000}$ et d'organiser les travaux de façon à lever en 3 ou 4 années la région comprise entre l'Atlantique à l'Ouest, les frontières espagnoles au Nord, l'Algérie à l'Est et le Grand Atlas au Sud.

A cet effet deux brigades géodésiques et trois brigades topographiques, sous la direction d'un officier supérieur, furent mises en route par le Service

(1) Reçue dans la séance du 16 juillet 1912.

géographique sur Casablanca en mars dernier et commencèrent immédiatement les travaux.

La triangulation s'appuie sur une base de $8663^{m},15$ mesurée dans la plaine au nord de Ber Rechid, le long du chemin de fer à voie étroite qui relie Casablanca à cette localité. Cette opération a été exécutée, aller et



retour, avec deux fils invar de 24^{m}, soit quatre mesures distinctes dont l'erreur moyenne est de $15^{mm},8$, soit $\frac{1}{540\,000}$.

Les coordonnées astronomiques de départ ont été déterminées avec un théodolite donnant les 50 secondes centésimales et permettant d'estimer les 25 secondes. La latitude astronomique du Terme sud a été faite par observations circumméridiennes de la polaire combinées avec des observations d'étoiles sud de même distance zénithale, pour éliminer les flexions de l'instrument ; en ce même Terme sud on a déterminé l'azimut astrono-

mique d'un côté de la triangulation par vingt couples d'azimut de la polaire. L'erreur moyenne de la latitude est inférieure à 15″ et celle de l'azimut inférieur à 30″. Ces coordonnées ne sont que provisoires; elles seront ultérieurement déterminées à nouveau, avec des instruments plus précis, quand on procédera à la mesure par la télégraphie sans fil de la différence de longitude Casablanca-Paris.

La triangulation comprend, outre le rattachement de la base au réseau, des chaînes primaires s'étendant :

1° Des environs de Ber Rechid vers l'Est jusqu'à l'oued Cherrat, pour remonter vers le Nord jusqu'à l'Océan dans la direction de Rabat, sur un développement de 100^{km}.

2° De Rabat vers Fez jusqu'à 40^{km} environ à l'ouest de Fez.

3° Au nord de cette dernière, une chaîne entre la côte, la frontière espagnole et une ligne allant d'El Ksar à Meknès, en contournant la forêt de Mamora.

Après un développement total de 280^{km}, l'erreur de fermeture sur un signal commun à deux de ces chaînes primaires, celui du D'j. Tselfat, n'est que de 0″,2 en latitude, 0″,6 en longitude et $1^{m},70$ pour les différences d'altitude.

En outre de ces chaînes primaires, des points géodésiques secondaires ont été déterminés, par relèvement ou par intersection, tous les 6^{km} ou 7^{km} pour servir aux levés topographiques.

Ce réseau a été établi en prenant comme signaux, autant que possible, des objets naturels, tels que koubbas, petites maisons, arbres taillés de manière à avoir une forme bien régulière, coins de casbas, etc., et il a pu se développer dans des conditions très rapides, sans reconnaissance préalable; il est suffisant pour établir une carte au $\frac{1}{200000}$, car les discordances sur le côté commun aux deux triangles déterminant un de ces points n'atteignent que 1^{m} à 2^{m}.

Le réseau de ces points géodésiques auxiliaires déborde le réseau primaire et atteint au Sud-Est l'oued Mikkès, l'oued Djedida et les montagnes de Kasbet-el-Hajeb et d'Agouraï.

Les observations faites par la direction du port de Casablanca, depuis plus d'un an, ont donné le niveau moyen de l'Océan à environ $0^{m},10$ près. Un nivellement à l'alidade holométrique a servi à rattacher le Terme nord de la base au repère du port de Casablanca.

Les levés topographiques suivaient immédiatement les opérations géodésiques. La surface levée en 100 jours, du 15 mars au 25 juin, date à laquelle la première campagne a pris fin, est de 12000^{km^2}, et s'étend sur

toute la région au nord de la Chaouia, entre Rabat et Meknès, ainsi que sur la moitié ouest du Gharb, jusqu'aux frontières espagnoles; on peut à l'aide de ces levés réguliers, exécutés sur le terrain au $\frac{1}{100000}$, faire toute l'étude du tracé de la voie ferrée Rabat-Meknès, et celle du premier tiers du tracé Meknès-Tanger.

Les opérateurs n'ont jamais interrompu leur travail, quelles qu'aient été les difficultés de toute nature qu'ils ont rencontrées.

Les travaux reprendront en octobre après les fortes chaleurs et seront continués dans les mêmes conditions jusqu'à achèvement du programme.

CHIMIE AGRICOLE. — *La dégradation des engrais phosphatés au cours d'un assolement.* Note (¹) de MM. **A. Müntz** et **H. Gaudechon**.

Il est peu de matières fertilisantes dont l'efficacité sur la végétation soit aussi manifeste que celle des phosphates, surtout quand ceux-ci sont fournis sous forme de produits ayant subi des traitements chimiques, destinés à les rendre plus assimilables.

Lorsqu'on donne une fumure phosphatée, on n'ajoute à la terre qu'une faible fraction du phosphore qu'elle contient déjà et qui semble beaucoup plus inerte. Celui apporté par l'engrais est, au contraire, très actif; il représente en quelque sorte la forme noble du phosphore. Un certain nombre de problèmes se posent sur l'action des engrais phosphatés, en particulier sur les transformations qu'ils subissent dans le sol et sur la durée de leur activité au cours d'un assolement.

Pour préciser, on peut se demander s'il y a avantage ou inconvénient à incorporer au sol, en tête d'assolement, la quantité de phosphore jugée nécessaire à la série des récoltes successives que cet assolement comporte, ou même un stock de cet élément plus considérable encore.

En poursuivant une série d'études sur divers engrais phosphatés, nous avons été amenés à faire, à ce point de vue spécial, des constatations qui présentent un réel intérêt pour la pratique agricole.

Nous avons suivi, dans des cultures en pots, un assolement triennal comportant chaque année une culture dérobée. Pour chaque récolte, on déterminerait : 1° la quantité de matière végétale produite; 2° la quantité de phosphore absorbé par la récolte.

(¹) Reçue dans la séance du 16 juillet 1912.

Vingt pots contenant chacun 50^{kg} de terre, à laquelle on avait incorporé un engrais commun non phosphaté, étaient répartis en cinq séries de quatre pots, dont trois recevaient chacun une dose uniforme de phosphore ($4^g,36$ correspondant à 10^g de P^2O^5), le premier sous forme de superphosphate ou monocalcique, le second en phosphate précipité ou bicalcique, le troisième sous forme de phosphate précipité mais tricalcique, enfin le quatrième pot constituait un témoin ne recevant pas de phosphore additionnel et contenait 21^g de phosphore préexistant dans 50^{kg} de terre.

Chaque série comportait un assolement distinct. L'engrais phosphaté a été incorporé à la terre au début de l'expérience, c'est-à-dire en tête d'assolement; il n'en a plus été ajouté dans la suite; à la fin de la deuxième année, on a ajouté dans chaque pot une fumure azotée et potassique.

La dose d'acide phosphorique ajoutée sous forme d'engrais était forte, puisqu'elle correspondait à un apport d'environ 600^{kg} de P^2O^5 à l'hectare.

Comment se répartissent les récoltes de matière sèche sur chaque année de l'assolement ? En réunissant l'ensemble des récoltes, principales et dérobées, pour chaque sorte de fumure phosphatée, et pour les trois années, on obtient les résultats qui suivent, se rapportant à cinq pots pour chaque engrais :

Récolte de matière séchée à 100°.

	Phosphate			
	monocalcique.	bicalcique.	tricalcique.	Témoin.
1re année 1908	2788g,9	2330g,2	2541g,3	1779g,7
2e » 1909	1873,8	1739,9	1609,2	1412,9
3e » 1910	1204,5	1286,0	1358,5	1237,0
Totaux	5867,2	5356,1	5509,0	4429,6

Ces résultats sont dignes d'attention : ils montrent que les phosphates, et surtout le superphosphate, jettent leur feu la première année ; la seconde, ils produisent encore un effet, mais atténué ; la troisième, ils n'agissent pas plus que le phosphate naturellement contenu dans le sol. Ils subissent une dégradation, qui les fait devenir semblables, comme activité fertilisante, au phosphore que renferme la terre. C'est donc une erreur de croire, comme on le fait généralement, que ces engrais phosphatés peuvent être donnés à l'avance pour la durée d'une rotation. Ils diminuent rapidement d'activité, et l'on doit éviter de les fournir par doses massives au début.

Pour qu'ils produisent tous leurs effets sur la végétation, il convient de les distribuer par fractions, tous les ans par exemple. C'est ainsi qu'on agit dans l'emploi de certains engrais azotés, tels que les nitrates. Si ceux-ci sont donnés à doses massives, ce qui n'est pas absorbé la première année est

enlevé dans les eaux de drainage et perdu pour la culture. Les phosphates, il est vrai, ne sont pas entraînés par les eaux pluviales : ils restent acquis au sol ; mais, au contact de ce dernier, ils subissent des modifications qui les rendent moins assimilables, et l'on perd le bénéfice de l'activité fertilisante que le traitement chimique leur a donné.

Si, dans nos essais, les engrais phosphatés incorporés au sol n'ont plus donné de résultats la troisième année, cela ne tient nullement à leur diminution du fait de la production des récoltes successives. Car, pour les cinq pots contenant la même forme d'engrais phosphaté, nous avons donné en tout 50g d'acide phosphorique (P^2O^5) sous forme d'engrais, la terre dans laquelle se produisaient les récoltes en contenait 250g. Or, les quantités d'acide phosphorique enlevées par les récoltes ont été, au cours des trois années, les suivantes :

Acide phosphorique (P^2O^5) *prélevé par les récoltes* (pour la totalité des cinq pots ayant reçu le même engrais phosphaté) :

	Phosphate			
	monocalcique.	bicalcique.	tricalcique.	Témoin.
1re année 1908......	g 21,65	g 18,82	g 18,82	g 10,40
2e » 1909......	10,80	9,85	8,58	6,42
3e » 1910......	5,32	5,34	5,82	5,52
Total des 3 années..	37,77	34,01	33,22	22,34

Même en admettant que la végétation a prélevé la totalité du phosphore sur l'engrais donné, et que la part prise à la terre elle-même soit nulle, on voit qu'il restait une quantité notable du phosphore provenant de l'engrais.

Ces résultats montrent d'une façon très nette, en comparant ceux relatifs aux pots ayant reçu des engrais phosphatés et les témoins qui n'en ont pas reçu, que la première année dans les premiers, les plantes absorbent beaucoup de phosphore et donnent une récolte élevée ; que la seconde année, la différence par rapport au témoin s'atténue déjà d'une façon sensible, et que la troisième année les plantes n'établissent plus aucune distinction entre le phosphore provenant des diverses formes d'engrais phosphatés et celui qui préexiste naturellement dans le sol.

Si donc le phosphore additionnel n'a plus fait d'effet pendant la troisième année, c'est que ce phosphore s'est modifié et a perdu ses qualités fertilisantes premières, ayant contracté l'inertie de celui qui est préexistant naturellement dans le sol.

Il résulte de ces essais qu'il ne faut jamais donner au sol les engrais phosphatés très assimilables à doses massives, en pensant qu'ils seront profitables pendant plusieurs années aux récoltes successives que l'assolement comporte, mais qu'au contraire ces engrais doivent être fournis au sol chaque année et à mesure des besoins, ainsi qu'on a coutume de le faire, en particulier pour les engrais potassiques et azotés à action rapide.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la préparation catalytique des oxydes phénoliques et diphényléniques; oxydes mixtes.* Note de MM. **Paul Sabatier** et **Alph. Mailhe.**

Dans des Communications antérieures, nous avons fait connaître que l'*oxyde de thorium*, employé comme catalyseur de déshydratation entre 380° et 450°, permet de préparer facilement, à partir des phénols seuls, les oxydes phénoliques (¹) et, à partir de mélanges d'alcools et de phénols ou de naphtols, les oxydes mixtes alcoylphénoliques correspondants (²).

Il convient de rappeler que, surtout aux températures un peu hautes, les oxydes phénoliques sont accompagnés d'*oxydes diphényléniques*, moins volatils, moins solubles dans l'éther, la proportion de ces derniers étant d'ailleurs variable selon les conditions où l'on effectue la réaction. Ainsi dans la déshydratation du phénol ordinaire par la thorine, lorsqu'on se sert de phénol dissous dans le benzène, on obtient à peu près exclusivement de l'*oxyde de phényle*, fondant à 29°, tandis qu'en employant le phénol dissous dans l'alcool éthylique, on recueille de fortes proportions d'*oxyde de diphénylène* fondant à 85°.

Comme on pouvait le prévoir, notre méthode de formation par la thorine peut aussi s'appliquer à la préparation d'oxydes phénoliques mixtes : il suffit de faire agir le catalyseur sur le mélange de deux phénols différents. On obtient l'oxyde mixte, en même temps qu'une certaine dose de chaque oxyde simple; les oxydes normaux simples ou mixtes peuvent, selon les cas, être accompagnés d'oxydes diphényléniques simples ou mixtes, provenant d'une élimination corrélative d'hydrogène.

Nous avons opposé successivement le phénol aux trois crésols, puis aux naphtols α et β; ensuite le paracrésol aux deux naphtols.

(¹) Paul Sabatier et Mailhe, *Comptes rendus*, t. 151, 1910, p. 492.

(²) *Ibid.*, p. 359.

Phénol et crésols. — Un fractionnement attentif des produits permet de séparer, à côté de l'*oxyde de phényle* (fondant à 29° et bouillant à 252°) et de l'*oxyde de crésyle* (bouillant respectivement, l'*ortho* à 274°, le *méta* et le *para* à 284°), des proportions d'oxyde mixte atteignant la moitié de la matière transformée. Nous avons isolé de la sorte :

L'*oxyde de phénylorthocrésyle*, bouillant à 263°-264° (corr.);

L'*oxyde de phénylmétacrésyle*, bouillant à 271°-273°;

L'*oxyde de phénylparacrésyle*, bouillant à 271°-274°.

Ce sont des liquides d'odeur agréable; Ullmann et Sponagel, qui les avaient obtenus par une autre voie, ont indiqué des points d'ébullition un peu plus élevés (¹).

Phénol et naphtols. — Le mélange de phénol et de *naphtol* α fournit, à côté d'oxyde de phényle et d'une certaine dose de produits liquides incristallisables à points d'ébullition élevés, l'*oxyde de phényl-naphtyle* α, $C^6H^5.O.C^{10}H^7$, qui se présente en cristaux incolores, d'odeur suave de rose, fondant à 54°, identiques à ceux qui avaient été préparés par Ullmann et Sponagel selon une méthode différente (*loc. cit.*).

Le mélange de phénol et de *naphtol*-β fournit de même, à côté d'oxyde de phényle, bouillant à 252°, facile à séparer par distillation, un mélange de produits passant au-dessus de 300°, solidifiable par refroidissement en une masse cristalline fluorescente qui commence à fondre vers 110°. Par cristallisation fractionnée dans l'alcool et l'éther, nous avons pu isoler trois produits cristallisés distincts :

1° L'*oxyde de phényl-naphtyle* β, $C^6H^5.O.C^{10}H^7$, cristaux incolores d'odeur agréable, qui fondent à 46° : Ullmann et Sponagel les avaient obtenus selon un autre mode (*loc. cit.*);

2° Un *oxyde de dinaphtylène* ββ,

$$\begin{array}{c} C^{10}H^6 - C^{10}H^6 \\ \diagdown \quad \diagup \\ O \end{array}$$

en cristaux jaunâtres fluorescents fondant à 157°, qui se dissolvent dans l'acide sulfurique concentré en une liqueur jaune à froid, rouge, puis brune à chaud, et qui semblent identiques au produit que fournit le naphtol β par chauffe prolongée avec du chlorure de zinc (²).

(¹) ULLMANN et SPONAGEL, *Ann. Chem. Pharm.*, t. 350, 1906, p. 83.

(²) WALDER, *Ber. chem. Ges.*, t. XV, p. 2171.

3° Un *oxyde de phénylène-naphtylène* β

$$\begin{array}{c} C^6H^4 - C^{10}H^6 \\ \diagdown \diagup \\ O \end{array}$$

en petites lames hexagonales allongées, nacrées, fondant à 200°, et donnant avec l'acide sulfurique concentré une dissolution rose, qui, chauffée, se décolore, puis passe au violet foncé, devenant vert par addition d'eau.

Paracrésols et naphtols. — La réaction du paracrésol sur les naphtols au contact de thorine exige une température plus haute, voisine de 450°, et donne lieu, par dégagement d'hydrogène, à des produits de genre diphénylénique.

En opérant sur un mélange de paracrésol et de *naphtol* α, on peut séparer aisément, à côté d'*oxyde de paracrésyle* (qui fond à 50° et bout à 285°) et d'*oxyde de diparacrésylène* (qui fond à 166° et bout au-dessus de 310°), une proportion importante de produit moins volatil passant au-dessus de 330° : c'est l'*oxyde de paracrésylène-naphtylène* α

$$\begin{array}{c} C^{10}H^6 - C^6H^3.CH^3 \\ \diagdown \diagup \\ O \end{array}$$

belles lames nacrées de fluorescence jaune verdâtre, qui fondent à 155°. L'acide sulfurique concentré les dissout en un liquide jaune, que la chaleur amène au rouge, puis au brun.

Le mélange de paracrésol et de *naphtol* β fournit un liquide dont le fractionnement permet de séparer une certaine dose d'*oxyde de paracrésyle*, et aussi d'*oxyde de dinaphtylène* β, fondant à 157°, identique à celui signalé plus haut. La masse solide qui reste, traitée par un peu d'éther, lui abandonne de l'*oxyde de naphtyle* β $(C^{10}H^7)^2O$, cristaux incolores qui fondent à 105°, et laisse un produit moins soluble qu'on purifie par recristallisations.

C'est un *oxyde de paracrésylène-naphtylène* cristaux jaunâtres qui fondent à 220°: l'acide sulfurique concentré froid les dissout avec une coloration rose cerise, qui par la chaleur passe au vert, puis au violet foncé : une addition d'eau à la liqueur violette ramène la coloration verte. Ces réactions reproduisent à peu près complètement celles indiquées plus haut pour l'*oxyde de phénylène-naphtylène* β.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel donne lecture du télégramme par lequel la Société Royale de Londres annonce qu'elle se fera représenter aux obsèques de M. *Henri Poincaré* par son Secrétaire, Sir Joseph Larmor, et par M. Dyson, et du télégramme qui annonce que M. le sénateur Volterra représentera l'Académie Royale des Lincei.

La Société Royale de Londres,
L'Académie des Sciences de Saint-Pétersbourg,
L'Académie Royale des Lincei et la Faculté des Sciences de Rome,
L'Académie Impériale des Sciences de Berlin,
L'Académie Impériale des Sciences de Vienne,
L'Académie des Sciences du Portugal,
L'Académie des Sciences d'Espagne,
L'Académie des Sciences de Marseille,
L'Académie des Sciences de Turin,
L'Université de Palerme,
L'École Technique supérieure et l'Université de Moscou,
L'École Polytechnique de Leopol,
La Rédaction des *Acta mathematica*,
La Rédaction des Travaux mathématiques et physiques de Varsovie,
Le Cercle mathématique de Palerme,
Le Cercle mathématique de l'Université de Berlin,
Sir George Darwin, Correspondant,

adressent à l'Académie l'expression de leurs sentiments de condoléances à l'occasion de la mort de M. *Henri Poincaré*.

M. Adolphe Engler, élu Correspondant pour la Section de Botanique, adresse des remercîments à l'Académie.

M. C. Schlegel adresse des remercîments pour la subvention qui lui a été accordée sur le Fonds Bonaparte en 1912.

M. Arnaud de Gramont adresse des remercîments pour la distinction que l'Académie a accordée à ses travaux.

ASTRONOMIE. — *Observation de l'éclipse de Soleil du 16 et 17 avril 1912 à l'Observatoire d'Aoste (Italie).* Note de M. **M. Amann**, transmise par M. C. Wolf.

Cette éclipse, dont la grandeur atteignit à Aoste 0,863, n'a pu être suivie dans des conditions favorables à cause du ciel presque entièrement couvert. Mais, grâce à de nombreuses éclaircies qui se produisirent au voisinage du Soleil pendant toute la durée de l'éclipse, nous pûmes exécuter à peu près dans tous ses détails le programme que nous nous étions proposé.

Voici ce programme :

1° Détermination de l'instant des contacts;

2° Photographie, spectroscopie;

3° Photométrie, spectrophotométrie;

4° Observations météorologiques.

Le travail avait été réparti comme il suit entre les différents observateurs :

M. M. Amann, au sidérostat, objectif Merz de 162^{mm} non diaphragmé (observation par projection). Contacts, relevé des cordes.

M. Cl. Rozet, à l'équatorial de 170^{mm} diaphragmé à 81^{mm} (observation directe). Contacts, spectroscopie. Photographies à la lunette de 162^{mm}, objectif de Dom Siffert. Spectrophotométrie.

M. L. Rozet, à l'équatorial de 108^{mm} non diaphragmé (observation par projection). Contacts.

M. N. Rozet, à l'horloge astronomique. Lecture à haute voix des secondes aux environs des contacts. Photométrie. Relevé de la température au Soleil.

M. C. Méreau, observations météorologiques aux instruments placés à l'ombre.

I. *Heures des contacts.* — Au voisinage de l'heure des contacts, le disque solaire, bien dégagé, était très calme; aussi a-t-on pu déterminer l'instant de ces contacts avec une grande certitude. Les heures notées par chaque observateur sont données ci-après en temps moyen d'Aoste :

	Premier contact.	Deuxième contact.
	h m s	h m s
M. Amann	23.20.15	2.6.7
Cl. Rozet	23.20.15	2.6.9
L. Rozet	23.20.16	2.6.9 (observation directe)

On en déduit comme moyennes :

Premier contact	$23^h 20^m 15^s,3$
Deuxième contact	$2^h 6^m 8^s,3$

Le calcul, d'après les éléments extraits de la *Connaissance des Temps*, avait donné pour Aoste ($L = 0^h 29^m 16^s,7$ E de Greenwich; $\varphi = 45°44'22''$ N) les nombres suivants :

Premier contact....................	$23^h 20^m 30^s,0$
Deuxième contact..................	$2^h 6^m 34^s,2$

La différence O — C est de $-14^s,7$ pour le premier contact et de $-25^s,9$ pour le second.

II. *Photographies.* — M. Cl. Rozet a pris cinq clichés photographiques, dont deux du commencement, fournissent pour la corde les longueurs suivantes :

$23^h 24^m 56^s$...........................	$10' 34'',0$
$23^h 26^m 26^s$...........................	$12' 5'',5$

III. *Photométrie.* — Le photomètre dont nous nous sommes servis pour mesurer l'intensité lumineuse du ciel, pendant l'éclipse, est un simple dégradateur composé d'un nombre croissant de 1 à 25 feuilles de papier transparent superposées et échelonnées, que la lumière devait traverser pour impressionner une feuille de papier photographique au citrate d'argent. Dégradateur et papier sensible, mis dans un châssis-presse, étaient exposés normalement aux rayons solaires toutes les 10 minutes pendant une durée constante de 5 minutes. Le nombre de feuilles traversées par la lumière aux différentes poses a été évalué avant virage. En prenant comme unité l'intensité lumineuse fournie par une épreuve avant le commencement de l'éclipse, on obtient la valeur de 0,52 pour l'éclairage à la phase maximum; la surface visible du Soleil était alors réduite à 0,14. On voit, d'après ces chiffres, que la quantité de lumière reçue n'a pas varié dans les mêmes rapports que la surface éclairante du Soleil : tandis que celle-ci décroît des $\frac{6}{7}$, l'intensité lumineuse diminue à peine de la moitié de sa valeur primitive.

IV. *Spectrophotométrie.* — Dans le but de mesurer la variation en intensité des radiations de diverses longueurs d'onde [1], M. Cl. Rozet a photographié pendant l'éclipse, de 10 minutes en 10 minutes, le spectre de la lumière diffusée. L'appareil dont il s'est servi comprenait un petit spectroscope à vision directe, muni d'une chambre photographique et portant en avant de la fente un écran en papier blanc mat, incliné d'environ 45° sur

(1) *Étude proposée par M. le comte de la Baume Pluvinel dans le Bulletin de la Société astronomique de France*, avril 1912.

l'axe optique du spectroscope. Pour obtenir chaque épreuve dans des conditions identiques, le spectrophotographe avait été fixé à l'extrémité de l'axe de déclinaison d'un équatorial dont la lunette était dirigée sur le Soleil. 13 poses, de 2 minutes chacune, ont été faites sur une même plaque chromo-isorapide Agfa. Sur les petits spectrogrammes obtenus à chaque pose, on distingue très nettement quatre plages qui correspondent aux couleurs et longueurs d'onde suivantes :

Couleurs.	Longueurs d'onde.	Raies.
Orangé, jaune	656-550	C — D
Vert	550-486	D — F
Bleu	486-430	F — G
Violet	430-400	G — H

La valeur de l'intensité de chaque plage a été déterminée à l'aide d'une échelle d'intensités obtenue avec le dégradateur du photomètre décrit plus haut. En exprimant les valeurs ainsi obtenues pour *chaque couleur* en centièmes de la valeur de la première épreuve, et en les traduisant en diagramme, il ressort clairement que les différentes couleurs (partant toutes d'un même point) s'écartent de plus en plus l'une de l'autre jusqu'au moment de la plus grande phase; il y a alors prédominance marquée de l'orangé et du jaune (0,34); puis viennent le bleu et le vert (0,23 et 0,22); enfin le violet avec une valeur de 0,14. La courbe du violet présente un tracé très irrégulier avec, après la phase maximum, un relèvement brusque qui ne semble pas devoir être attribué au passage de nuages devant le Soleil.

Quoique contrariées par l'état défavorable de l'atmosphère, ces expériences montrent nettement cependant une variation inégale en intensité des diverses couleurs du spectre.

V. *Météorologie*. — La température a été notée à trois thermomètres : I, placé à l'ombre ; II et III (celui-ci avec réservoir noirci), exposés librement au Soleil. Ces thermomètres ont accusé les baisses suivantes : I, 4°,0; II, 8°,5 ; III, 14°,5. Par suite de l'état variable de l'atmosphère, ces baisses ne sont pas entièrement dues à l'éclipse; on en élimine à peu près ce qu'elles ont d'exagéré en faisant la moyenne entre l'abaissement et le relèvement de la température pendant l'éclipse. On obtient alors pour l'abaissement de la température attribuable à l'éclipse les nombres suivants : I, 3°,7 ; II, 5°,8 ; III, 10°,4. Ces chiffres correspondent, à 1° près, à ceux obtenus par un ciel sans nuages lors de l'éclipse de Soleil en 1905, dont les

conditions d'heure et de grandeur étaient ici à peu près identiques à celles de la présente éclipse.

Au baromètre on a noté une dépression de 1^{mm} en coïncidence avec la phase maximum. Quant à l'hygromètre, son allure ne présente pas de concordance avec les phases de l'éclipse.

Une vingtaine de minutes avant la phase maximum, un vent froid et très fort s'est élevé tout à coup; il a continué à souffler du NE toute la soirée.

Vers le milieu de l'éclipse, le ciel présentait un aspect plombé et les objets environnants revêtaient la teinte blafarde caractéristique.

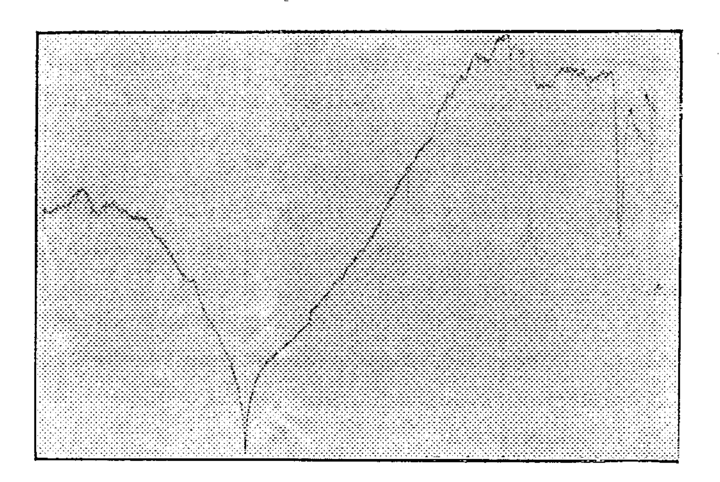
VI. *Observations diverses.* — Aucun des observateurs n'a aperçu la silhouette du disque lunaire sur le fond du ciel. La partie de la Lune projetée sur le dique solaire paraissait à M. Amann d'une teinte sensiblement plus sombre que celle du ciel environnant; MM. Cl. et L. Rozet n'ont pas constaté cette différence. Il y avait absence complète de liséré clair ou sombre le long du bord lunaire dont les moindres aspérités se détachaient avec une grande netteté sur le fond brillant du Soleil. Malgré un examen attentif, aucune déformation n'a été remarquée au moment de la phase maximum, près des cornes très aiguës du croissant solaire; pourtant, sur un cliché de la même heure, les deux pointes du croissant paraissent légèrement rejetées vers l'extérieur.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *La photométrie de l'éclipse de Soleil du 17 avril 1912, à l'aide du sélénium et d'un galvanomètre photographique.* Note de M. L. ANCEL, présentée par M. Deslandres.

Parmi les nombreuses observations scientifiques que l'on pouvait faire à l'occasion de l'éclipse du 17 avril dernier, la photométrie du phénomène, sans être l'une des plus intéressantes, était certainement l'une des plus démonstratives.

Je me suis proposé, à l'occasion de cette éclipse, d'enregistrer les variations de résistance d'une cellule de sélénium sous l'influence de la diminution et de l'augmentation graduelles de la luminosité du Soleil pendant la durée du phénomène. Cet enregistrement a été réalisé à l'aide d'un galvanomètre dont les déviations étaient photographiées sur du papier photographique. Afin d'avoir une cellule très sensible, j'ai construit une

cellule plate dans laquelle les deux conducteurs sont très rapprochés (l'intervalle entre deux conducteurs voisins est d'environ $0^{mm},04$, alors que dans les cellules courantes du commerce il est de 1^{mm}). Sur ces deux conducteurs, j'ai étendu une couche extrêmement mince de sélénium cristallin, de manière à réduire le plus possible l'inertie de l'appareil. Les dimensions de la surface sensible de la couche séléniée étaient de 34^{mm} et 23^{mm}; le courant traversant cette cellule, éclairée par le Soleil, peut atteindre ainsi 1 milliampère sous 4 volts, alors qu'une cellule à spires écartées ne laisserait passer, dans les mêmes conditions, que $\frac{1}{20}$ de milliampère.



Grâce à la très faible épaisseur de la couche de sélénium et à son homogénéité, l'inertie du sélénium est très réduite, et la cellule obéit instantanément aux moindres variations d'éclairement. Cette cellule, éclairée directement, et sans précautions spéciales contre la lumière diffuse ambiante, par les rayons solaires réfléchis sur les miroirs d'un petit héliostat, était intercalée dans un circuit comprenant un galvanomètre enregistreur photographique très sensible, un accumulateur de 4 volts et un milliampèremètre ordinaire à lecture directe. Le galvanomètre comportait deux petits miroirs, tous deux éclairés par la lumière d'une lampe Nernst passant à travers une fente. L'un des miroirs servait à la mise au point sur une échelle divisée fixée sur un verre rouge, l'autre à l'enregistrement photographique sur une feuille de papier sensible au gélatinobromure 30×40 enroulée sur un rouleau de bois actionné par un mouvement d'horlogerie à vitesse réglable. La fente horizontale du châssis photographique portait des fils métalliques verticaux régulièrement espacés, permettant de diviser

automatiquement en intensités de courant la courbe photographique obtenue.

Les intensités correspondant aux divisions étaient déterminées à l'aide d'un tarage préalable effectué avec le milliampèremètre intercalé dans le circuit. Ce tarage a été fait, pendant l'enregistrement photographique, grâce à la lecture du milliampèremètre à des instants bien déterminés. Les intensités de courant ont pu être ainsi portées en ordonnées sur la courbe.

Pour avoir les temps correspondants en abscisses, je me suis servi des signaux horaires spéciaux émis le 17 avril par le poste radiotélégraphique de la tour Eiffel.

A cet effet, j'ai construit un récepteur radiotélégraphique, muni d'un détecteur électrolytique à bascule établissant automatiquement toutes les connexions par simple décrochage du casque téléphonique. Ce récepteur a été installé à proximité du galvanomètre; il était relié, d'une part à une antenne horizontale fixée au sommet de deux poteaux, et, d'autre part, à une plaque de zinc enfouie dans le sol. Il est à noter, à ce propos, que l'intensité des sons obtenus a présenté un renforcement sensible pendant la phase maxima de l'éclipse, sans que cette intensité fût toutefois aussi forte que la nuit. On sait, en effet, que la lumière solaire diminue la portée et l'efficacité des ondes hertziennes.

Au moment précis de la réception d'un *top* horaire (précédé des signaux prémonitoires habituels) envoyé par la tour Eiffel, un contact était établi à la main pendant 5 secondes et fermait un circuit comprenant un accumulateur et une lampe de 2 volts. La lampe était fixée à l'intérieur de la boîte noircie contenant le galvanomètre, elle éclairait la fente du châssis et donnait une droite. Grâce aux divers *tops* de la tour, on a ainsi pu obtenir les temps en abscisses. La courbe était donc complète et permettait de faire des mesures.

Malgré l'inertie, impossible à éviter complètement, de la cellule de sélénium, on peut voir que le rebroussement de la courbe, aussitôt après la totalité, est absolument net; l'intensité minima lue au moment de la plus grande phase est de $0^{ma},095$ à $12^h 10^m 6^s$, alors qu'à $10^h 45^m$ (*top* horaire de la tour) cette intensité était de $0^{ma},276$, et de $0^{ma},555$ au moment du quatrième contact.

Les petites oscillations visibles sur la courbe proviennent des vibrations du miroir du galvanomètre, dues aux trépidations du sol (le galvanomètre était placé dans le voisinage d'une route parcourue par de nombreuses automobiles); les oscillations plus importantes proviennent de légers réglages des miroirs de l'héliostat. Il est à remarquer que, le matin, la lumi-

nosité était assez faible à cause de la brume; dans l'après-midi, vers $1^h 50^m$, au contraire, cette luminosité était maxima.

Des nuages ont donné un peu plus tard des chutes brusques et intéressantes de la courbe. L'enregistrement, commencé à $10^h 45^m$, a été arrêté à $2^h 50^m$, après le dernier top horaire de la tour ($2^h 49^m$).

Cette méthode d'observation de la variation progressive de l'illumination solaire à l'aide du sélénium avait déjà été employée par MM. Wulf et Lucas à l'Observatoire de Tortosa, lors de l'éclipse du 30 août 1905; mais leur courbe photométrique n'avait été obtenue que par des lectures directes successives; j'ai pensé qu'il serait plus intéressant d'enregistrer cette courbe photographiquement, d'une manière continue.

Les observations du 17 avril ont été faites avec le concours de mes deux assistants, MM. Pidolle et Baston. Grâce à l'amabilité de M. A. de la Baume-Pluvinel, que je suis heureux de remercier, j'ai pu installer mes instruments dans la station qu'il avait choisie pour observer l'éclipse, à Saint-Germain-en-Laye.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la décharge disruptive à travers la vapeur de sodium pure.* Note de M. **Louis Dunoyer**, présentée par M. G. Lippmann.

1. J'ai montré dans une récente Note (¹) que, très vraisemblablement, la vapeur de sodium pure ne possède pas une conductibilité spontanée qui la différencie beaucoup des gaz ordinaires. D'autres recherches, dont il sera rendu compte ailleurs, m'ont conduit encore à la même conclusion. Au cours de ces recherches j'ai fait des séries de mesures assez étendues sur la décharge disruptive à travers cette vapeur; elles m'ont donné l'occasion d'observer quelques particularités qui me paraissent intéressantes à signaler.

La décharge était produite dans de la vapeur de sodium pur préparé par distillation lente dans le vide. Les électrodes étaient formées de deux lames épaisses de nickel, planes, parallèles et circulaires; leur diamètre était d'environ 2^{cm} et leur distance $0^{cm},8$. La source d'électricité était une batterie d'accumulateurs dont on pouvait faire varier le voltage de deux en deux volts. Le tube de verre contenant le sodium et les électrodes était séparé de la pompe et chauffé uniformément dans toutes ses parties; un

(¹) L. Dunoyer, *Comptes rendus*, t. 155, 1912, p. 144.

regard pratiqué dans la paroi du four, avec les précautions nécessaires pour éviter un refroidissement local du tube, permettait de surveiller l'apparition de la décharge. La pièce dans laquelle les expériences étaient faites était obscure.

On augmentait graduellement la différence de potentiel jusqu'à ce que la luminosité apparût. A partir d'une température suffisamment élevée, 350° environ, les phénomènes se compliquent du fait que la décharge peut prendre, très facilement, deux formes nettement distinctes. Si l'on continue à augmenter la tension, parfois seulement de quelques volts, après que la lueur a commencé à apparaître, elle devient tout à coup éclatante; le courant qui traverse la vapeur s'élève à plusieurs ampères et devient capable de faire rougir rapidement la cathode, pourtant en nickel massif. L'existence de ce régime, qui ressemble beaucoup à l'arc, a été déjà signalée pour les gaz ordinaires, mais avec des caractères un peu différents, par M. Villard (¹).

Mes mesures se rapportent au premier régime de décharge; malgré des irrégularités dues à une action spécifique des électrodes sur laquelle je n'insisterai pas ici, on peut tracer avec une précision convenable la courbe qui relie la tension disruptive et la température de la vapeur saturante. La courbe ainsi obtenue est une courbe de Paschen dont les abscisses sont contractées suivant la loi de variation de la force élastique maxima de la vapeur avec la température. Mais les ordonnées restent inaltérées, et, comme une véritable courbe de Paschen, la courbe obtenue présente un minimum très net aux environs de 250°; l'ordonnée de ce minimum fait connaître la tension minima sous laquelle peut commencer la décharge.

Cette tension minima est de 335 *volts*. Elle est donc tout à fait comparable à celle qu'on observerait dans un gaz quelconque; elle est par exemple de 350 volts dans l'air, de 251 volts dans l'azote, 280 volts dans l'hydrogène, 420 volts dans l'acide carbonique, 226 volts dans l'hélium. A ce point de vue encore la vapeur de sodium ne se distingue donc en rien d'un gaz quelconque.

Mais ce qui est remarquable, c'est la valeur très faible du produit ap pour laquelle le minimum de tension disruptive est atteint (a distance des électrodes, p pression). D'après les expériences de M. Townsend les valeurs de ce produit sont :

Pour l'air

$$(ap)_m = 0,55 ;$$

(¹) P. Villard, *Comptes rendus*, t. 144, 1907, p. 1261.

pour l'hydrogène

$$(ap)_m = 1,55,$$

la distance a étant exprimée en centimètres et p en millimètres de mercure. Or, d'après mes expériences, la valeur approximative de ce produit est :

Pour la vapeur de sodium

$$(ap)_m = 0,04.$$

Cette valeur n'est sans doute qu'approchée parce que la tension de vapeur du sodium n'est pas connue à la température de 250° pour laquelle le minimum est atteint. J'en ai calculé une valeur probable d'après les récentes mesures de M. Hackspill [1] aux températures de 350°, 355°, 390°, 397°, en les extrapolant d'après une loi empirique ($\log p = \alpha t + \beta$) qui relie convenablement ces mesures et que vérifient bien les nombreuses mesures faites par M. Hackspill sur les vapeurs des trois autres métaux.

On pourrait penser aussi que la pression réelle de l'atmosphère gazeuse au sein de laquelle se produit la décharge est beaucoup plus grande que la tension vraie de la vapeur de sodium à 250°, à cause des gaz ordinairement dégagés par les parois et les électrodes. Rien ne m'autorise à penser que cette cause d'erreur soit intervenue : 1° parce qu'à la température ordinaire, *après* comme avant le chauffage prolongé du tube, la décharge d'une forte bobine d'induction le traversait très difficilement ; 2° parce que le spectre de l'hydrogène, qui est le gaz le plus difficile à éliminer dans les tubes à vide, m'a paru totalement absent dans la lumière de la décharge.

La théorie de l'ionisation par les chocs fournit une interprétation du résultat précédent. Elle conduit à l'équation

$$V = \frac{V_1 - V_0}{e^{-\frac{V_1}{A}\frac{ap}{V}} - e^{-\frac{V_0}{A}\frac{ap}{V}}},$$

dans laquelle V représente le potentiel disruptif correspondant au produit ap, V_0 et V_1 les chutes de potentiel nécessaires pour qu'un ion positif ou un ion négatif acquièrent le minimum d'énergie nécessaire à la production d'un ion, et A une constante égale au produit du chemin moyen de libre parcours des ions par la pression. Cette formule ne peut d'ailleurs représenter qu'une première approximation, car on y admet l'égalité des chemins moyens pour les deux espèces d'ions. Elle permet de calculer facilement la tension disruptive minima V_m et la valeur du produit ap qui lui correspond. On trouve

$$(ap)_m = A f\left(\frac{V_1}{V_0}\right),$$

(1) L. Hackspill, *Comptes rendus*, t. 154, 1912, p. 877.

la fonction $f\left(\frac{V_1}{V_0}\right)$ restant d'ailleurs comprise entre 2,7 et 3,7 quand $\frac{V_1}{V_0}$ varie de 0,2 à 20. Si l'on compare deux gaz entre eux, on peut donc considérer que le rapport des valeurs de $(ap)_m$ pour ces deux gaz est sensiblement égal au rapport des constantes A qui leur correspondent, c'est-à-dire au rapport des chemins moyens des ions dans ces deux gaz pris sous la même pression. La comparaison de l'air et de l'hydrogène, par exemple, d'après les données de M. Townsend, confirme assez bien cette théorie. Elle signifie que plus est petite la valeur du produit *ap* pour laquelle la tension disruptive minima est atteinte, plus le chemin moyen de libre parcours des ions est petit, et plus, par conséquent, les ions sont gros. Je trouve ainsi que les ions qui amorcent la décharge dans la vapeur de sodium doivent comprendre un assez grand nombre d'atomes, de l'ordre d'une vingtaine.

Ce résultat est d'accord avec les phénomènes particuliers qu'on observe quand on relie à un électromètre une électrode plongée dans la vapeur; ces phénomènes donnent en même temps à penser que les ions positifs seuls son de grosses agglomérations. J'attribue ces agglomérations à une action superficielle des électrodes.

PHYSIQUE. — *Un nouveau cinématographe à images très fréquentes.* Note de M. **P. Noguès**, présentée par M. Lippmann.

Les recherches de L. Bull, sur le vol des insectes, faites au moyen de son appareil à étincelles électriques, ont montré le grand rôle que peut jouer la Cinématographie rapide dans l'étude du mouvement.

Cet appareil, qui a permis à son auteur d'obtenir 2000 photographies par seconde, n'est malheureusement applicable qu'à l'étude de mouvements de petite étendue, par suite de la difficulté pratique d'éclairer un assez vaste champ.

Les résultats obtenus par L. Bull, résultats qui lui ont permis de ralentir 300 fois le mouvement et d'en produire par projection une synthèse qui en rend l'observation extrêmement facile, nous ont amené à rechercher un appareil beaucoup plus rapide que les cinématographes existants, capable de prendre un grand nombre de photographies par seconde dans les conditions normales d'éclairage; il fallait en outre que le film fût assez parfait au point de vue de la stabilité de l'image pour en obtenir une bonne projection.

Nous avons pu mener à bien ce projet, et nous obtenons actuellement 180 images par seconde. Un nouvel appareil du même principe, actuellement en construction, nous permettra sans doute d'en obtenir davantage.

Voici en quoi consiste ce principe :

Une manivelle (A), tournant autour d'un axe (O) d'un mouvement circulaire continu, conduit une biellette (B), laquelle est articulée avec un balancier (C) qui

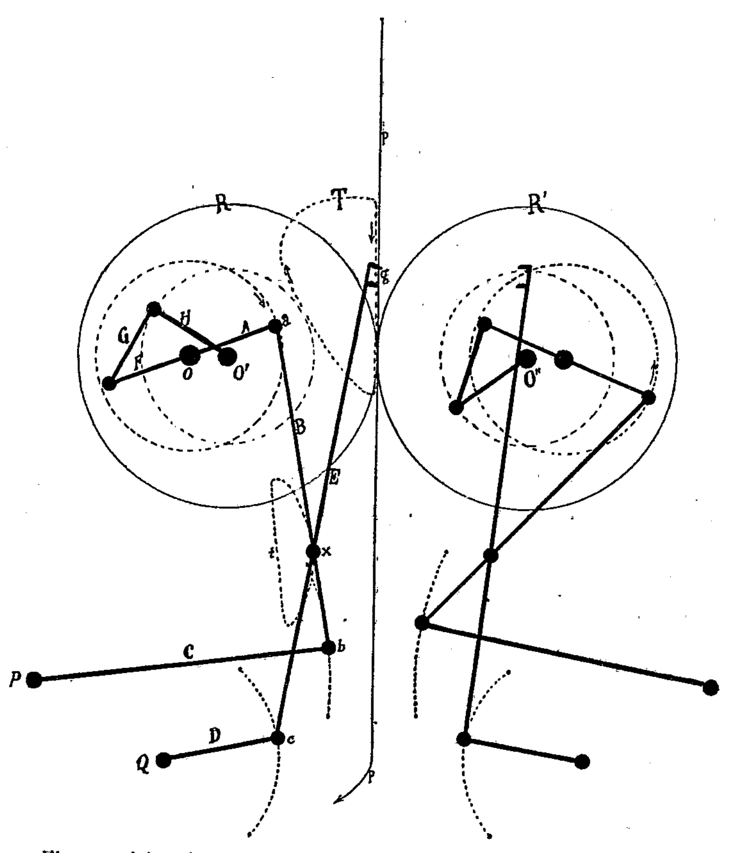


Figure schématique montrant le dispositif d'entraînement du film.

décrit un mouvement circulaire alternatif. Il s'ensuit que les différents points de la bielle (B) décrivent des trajectoires différentes. Nous choisissons, soit par le calcul, soit par tâtonnement, un certain point (X) tel, que sa trajectoire (*t*) rappelle la forme de la lettre D. C'est en ce point qu'un petit châssis (E), très léger, va s'articuler avec la biellette (B). Ce châssis va d'autre part s'articuler avec le balancier (D), lequel décrit autour d'un axe fixe (Q) un mouvement circulaire alternatif. Le balancier (C) doit être plus long que D, lequel à son tour doit évidemment être plus long

que la manivelle (A). Si le point (X) est convenablement choisi, les griffes (g) fixées à l'extrémité supérieure du châssis (E) décriront une trajectoire (T) rappelant la forme d'un D renversé, de telle sorte que ces griffes, après s'être engagées en haut de leur trajectoire dans la perforation du film, tireront celui-ci en ligne droite pour se dégager ensuite et revenir au point de départ.

L'axe (O) tourne à la vitesse de 90 tours par seconde, cela ne ferait que 90 images dans le même temps. Mais les 55 pour 100 du temps seraient réservés pour la pose, ce qui est trop, surtout parce que les mouvements rapides exigent par eux-mêmes des temps de pose très courts pour que les images soient nettes. Nous avons donc pensé à utiliser le temps perdu, et pour cela nous avons accouplé face à face, au moyen de deux roues d'engrenage (R et R′), deux systèmes de griffes identiques décalés d'un demi-tour et tournant en sens inverse. Mais il ne nous serait resté dès lors que 5 pour 100 du temps pour l'impression de l'image. C'était trop peu et nous avons remédié à cet inconvénient en introduisant un petit organe qui, faisant mouvoir les griffes plus vite à la descente qu'à la remontée, nous laisse environ 15 pour 100 du temps pour l'éclairement. Cet organe est une biellette (G) qui relie un bras (F) calé sur l'axe (O) à un autre bras (H), de même longueur que le précédent et calé sur l'axe moteur (O′). L'ensemble des trois pièces (A, O, F) forme une sorte de petit pédalier, l'axe (O) tournant dans un canon et portant les pièces (A et F) à ses extrémités. Les deux axes (O et O′) sont excentrés l'un par rapport à l'autre. C'est cet excentrage qui produit le mouvement varié des griffes dont nous avons dit plus haut les avantages.

En projetant, au moyen d'un cinématographe normal, les vues prises avec cet appareil, nous avons pu faire la synthèse ralentie de certains mouvements comme la course, le saut, le vol du pigeon, etc., dont il est difficile de se faire une idée parfaite lorsqu'on les analyse dans les conditions ordinaires. On peut, sans nuire à la continuité du mouvement, ralentir jusqu'à vingt fois le phénomène photographié et l'observer ainsi avec une grande facilité.

Au point de vue général, on peut à la rigueur prétendre que le cinématographe, tant qu'il ne ralentit pas le mouvement, ne peut que fixer des attitudes, mais ne saurait, plus que la simple vue, renseigner nos yeux sur ce qu'on pourrait appeler l'*économie d'un mouvement*.

Au contraire, quand celui-ci est ralenti sans perdre de sa continuité, l'observateur perçoit des détails qui autrement lui échappent d'une façon plus ou moins complète.

SPECTROSCOPIE. — *Sur les raies ultimes et de grande sensibilité du chrome, du manganèse, du fer, du nickel et du cobalt.* Note de M. A. DE GRAMONT, présentée par M. A. Haller.

La recherche des raies ultimes, qui offrent le maximum de sensibilité pour déceler les traces d'un élément, et sont les dernières à disparaître avec lui, est particulièrement utile lorsqu'il s'agit des métaux du groupe du fer dont les raies se comptent par milliers. J'en ai poursuivi l'étude dans les spectres de dissociation, avec les dispositifs électriques et spectrographiques déjà décrits ici même (¹) et dans les *Annales de Chimie et de Physique* (²). J'ai fait construire en outre, par Hilger de Londres, un spectrographe à deux prismes en crown uviol avec objectif de chambre de 52^{mm} d'ouverture et 852^{mm} de foyer pour la raie [F]; cet appareil m'a permis d'étudier avec une plus forte dispersion la partie visible et la partie la moins réfrangible de l'ultraviolet sans absorption sensible jusqu'aux environs de $\lambda 3170$ U. A., tandis que les flints commencent à absorber les faibles raies à partir de $\lambda 3600$ au moins.

Certaines causes d'erreurs doivent être évitées ou compensées dans la recherche des raies ultimes et je crois utile de les énumérer ici :

1° Inégalité de netteté des raies dans différentes portions du cliché par suite de la courbure de la diacaustique qui ne coïncide pas suffisamment avec la position de la couche sensible; la disparition d'une raie se fait plus rapidement lorsqu'elle est légèrement floue que si elle est tout à fait au point. Si l'on ne dispose pas d'un châssis à légère courbure pour cintrer une plaque extra-mince ou une pellicule, il faut alors faire le nombre de poses suffisantes, avec des mises au point différentes, pour que toutes les régions du spectre aient été successivement recueillies sur les clichés avec une égale netteté.

2° Inégalité d'éclairement entre la région médiane du cliché et les bords de celui-ci, d'où nécessité d'opérer en plaçant la chambre photographique successivement à des déviations différentes.

3° Présence dans les métaux ayant servi de diluants, et dont le spectre est prédominant et au-dessus de la « limite d'apparition totale » (³), de faibles raies non encore signalées, ou qui ont été mesurées autrefois avec une précision insuffisante.

4° Raies ultimes masquées non seulement par les lignes du métal diluant, mais même simplement par le halo diffus qui s'étend à une certaine distance de celles-ci

(¹) *Comptes rendus*, t. 144, 1907, p. 1101; t. 145, 1907, p. 231; t. 146, 1908, p. 1260; t. 150, 1910, p. 37, 154; t. 151, 1910, p. 308.

(²) 8e série, t. XVII, août 1909.

(³) Voir *Comptes rendus,* t. 144, p. 1101.

quand elles sont très fortes : d'où nécessité d'opérer avec différents métaux diluants.

Les métaux, dont nous allons donner les raies les plus importantes au point de vue analytique, ont été étudiés soit dans des alliages à teneurs décroissantes jusqu'au cent-millième, soit dans les carbonates alcalins en fusion Na^2CO^3, de préférence.

Les teneurs indiquées, bien qu'obtenues avec le plus grand soin possible, et dans plusieurs séries d'expériences, ne sont données ici qu'à titre d'indications d'ordre de grandeur à cause de la difficulté d'assurer l'homogénéité des alliages surtout, et même des mélanges salins.

Chrome. — Dans les sels en fusion, aussi bien que dans les métaux industriels, fontes, aciers et fers, deux triplets bien caractéristiques décèlent le chrome : {4289,9; 4275,0; 4254,5} dans l'indigo, et {3605,5; 3593,6; 3578,8} dans l'ultraviolet; ils sont de sensibilités voisines dépassant le dix-millième de Cr. 3605,5 et 3593,6 semblent persister encore au delà et être les raies ultimes.

Manganèse. — Observé dans les mêmes mélanges salins et les mêmes produits métallurgiques que le chrome, ce métal paraît encore plus répandu et plus sensible; deux triplets aussi le caractérisent {4034,7; 4033,2; 4031,0} dans le violet, et {2605,8; 2593,8; 2576,2} dans l'ultraviolet. Ils n'appartiennent pas aux deux séries secondaires reconnues par Kayser et Runge. Le triplet ultraviolet subsiste bien au delà du dix-millième et donne les raies ultimes dont la plus persistante est 2576,2; mais le triplet violet le cède à peine en sensibilité à celui-ci.

Fer. — Dans les alliages avec le zinc, le cadmium, l'aluminium, l'étain [1] (certaines raies, parmi celles qui suivent, sont masquées dans ce dernier métal), on peut encore observer les raies suivantes au dix-millième : [*d*] 4383,7; 4046,0; [L] 3820,6; 3816,0; 3737,3; 3735,0 (ces deux raies étant les plus sensibles); 3570,3; 3565,5, qui toutes sont transmissibles par le verre, le crown tout au moins pour les deux dernières. Avec le quartz spectrographe, la sensibilité est beaucoup plus grande encore, elle dépasse beaucoup le cent-millième pour les groupes suivants {2755,8; 2749,4; 2739,6} [2]; {2599,5; 2598,54}; {2395,7; 2382,2}. Ces deux dernières,

---

[1] Je n'ai pu obtenir d'étain pur absolument exempt de fer que grâce à l'extrême obligeance de M. A. Villiers, qui a bien voulu en préparer pour moi par électrolyse.

[2] Ces raies font partie d'un groupe de sept, facile à reconnaître et permettant de déceler le fer à première vue sur un cliché.

2382,2 surtout, sont d'une extrême sensibilité que je suppose être de l'ordre du millionième et, par conséquent, les ultimes. Moins sensibles que les précédentes, mais utiles néanmoins à signaler parce qu'elles dépassent le dix-millième, nous citerons : [T] 3020,8; 2612,0; 2607,2; 2586,0.

Nickel. — Plus de 50 raies de ce métal ont persisté au delà du dix-millième dans les alliages avec le plomb et le zinc; les plus fortes pour les teneurs de cet ordre sont : 3858,5; 3807,3; 3619,5 (et l'ultime avec le flint) 3524,7; 3515,2; 3414,9 (l'ultime avec le crown uviol); 3038,1; 2416,2 (l'ultime avec le quartz); 2316,1; 2303,1. Pour l'ensemble du spectre, les raies ultimes sont 3414,9 et 2416,2 surtout; avec 2316,1 et 2303,1 elles dépassent le cent-millième. On observera qu'aucune raie Ni de grande sensibilité ne se trouve dans le visible.

Cobalt. — Étudiées dans des alliages avec le cadmium et le zinc, les raies du cobalt sont relativement peu sensibles avec le flint; les suivantes ne dépassent guère le millième : {4121,5; 4118,9}; 3894,2; 3845,6. Avec le crown uviol on a en outre : 3453,7 (plus sensible que les autres) et 3395,6, avec le quartz, la sensibilité du Co est plus grande et dépasse le dix-millième pour les raies suivantes 3453,7; 2663,7; 2580,3; 2420,8; 2389,0; 2378,7; 2363,9; 2311,7; 2286,2. Les cinq dernières sont les plus persistantes et, parmi celles-ci, 2389,0 est l'ultime.

Les résultats que je viens de donner ont nécessité un long travail et l'examen ou la mesure d'environ 150 clichés ([1]). Ils ont été confirmés par l'étude spectrale d'un certain nombre de minéraux, soit conducteurs, par l'analyse spectrale directe, soit non conducteurs, par l'intermédiaire des sels fondus. Leur ordre de sensibilité une fois établi, les raies que je viens d'indiquer sont maintenant aisées à rechercher et à identifier au moyen d'un spectre de référence, et sans avoir désormais à hésiter pour le fer et le cobalt, par exemple, entre plus de 1800 raies.

Au point de vue astronomique, je me permettrai de signaler l'intérêt que présenterait la recherche, dans les spectres stellaires, des raies de grande sensibilité reconnues avec le spectrographe à prismes en crown uviol.

([1]) Je tiens à remercier ici spécialement M. J. Foussadier, et aussi M. Émile Lacroix pour le concours dévoué qu'ils m'ont successivement apporté dans la préparation des alliages et la prise des clichés.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Équilibre chimique du système : gaz ammoniac et chlorhydrate d'éthylène-diamine.* Note de M. **Félix Bidet**, présentée par M. Haller.

Dans mes expériences précédentes (*Comptes rendus*, t. 133, p. 238 et t. 141, p. 264), j'ai étudié la réaction de l'ammoniac sur les chlorhydrates de bases monoacides (éthylamines et isoamylamine) et j'ai fait connaître les valeurs obtenues pour les pressions d'équilibre.

Ces nouvelles recherches portent sur le chlorhydrate neutre d'une base organique biacide : l'éthylène-diamine $C^2H^4(AzH^2)^2$.

J'ai effectué, en même temps, la réaction directe et la réaction inverse dans deux appareils semblables, de volume très sensiblement égal, et placés l'un près de l'autre, dans un même bain à température invariable.

A. *Réaction directe.* AzH^3 *gaz sur* $C^2H^4(AzH^2)^2.2HCl$ *solide et anhydre.* — Après avoir vérifié la pureté de la base par son point de fusion et le dosage de l'acide chlorhydrique combiné à l'état de sel neutre, j'ai introduit environ 1^g de sel anhydre dans un tube en verre mince que j'ai fait passer dans la petite branche de l'appareil déjà décrit.

Lorsqu'on fait varier la pression, de façon à accroître le volume gazeux, on remarque souvent une certaine inertie du système, mais l'équilibre prévu se rétablit après avoir chauffé quelques minutes vers 40° et replacé l'appareil dans la glace fondante.

Si le sel est en grand excès par rapport au gaz, il reste brillant, s'agglomère, mais ne présente pas trace de liquide; il se forme probablement des composés basiques entre l'éthylène-diamine et son chlorhydrate non décomposé.

Mais si la quantité d'ammoniac devient plus grande pour la même masse de sel, celui-ci n'offre plus une surface brillante, il diminue de volume et se montre imprégné d'un liquide huileux incolore; dans ces conditions, une certaine quantité de base est à l'état libre et la pression d'équilibre varie.

B. *Réaction inverse.* $C^2H^4(AzH^2)^2$ *liquide sur* AzH^4Cl *solide.* — Les deux composés ont été pris en proportion équimoléculaire et mis en contact, par un dispositif approprié, dans la petite branche de l'appareil. Dès que le contact a été établi, j'ai observé la disparition partielle du sel

dans le liquide, en même temps que se produisait un dégagement gazeux très rapide.

Le Tableau suivant indique les pressions observées dans les deux cas, et exprimées en millimètres de mercure :

Températures.	Pressions. Réaction directe.	Pressions. Réaction inverse.
— 23° (CH^3Cl bouillant)	80	78
— 23	85	»
— 9,2 (SO^2 bouillant)	90	»
— 9,2	100	100
0	122	122
0	160	160
12,4	336	336
16,8 ($C^2H^4O^2$ en fusion)	430	432

L'examen de ces chiffres montre l'existence de deux valeurs distinctes à la même température (à 0° et au-dessous) pour la pression limite. On peut expliquer ce fait en supposant, dans une première phase, la formation d'un monochlorhydrate $C^2H^4(AzH^2)^2HCl$, puis, dans une seconde phase, le déplacement de la base qui s'unit partiellement à son chlorhydrate.

Comme je n'ai observé qu'une seule valeur pour les tensions à partir de 12°,4, je conclus que certaines combinaisons, stables à 0° et au-dessous, sont totalement décomposées vers 10°.

PHOTOCHIMIE. — *Sur la solubilité des résinates colorés soumis à l'action de la lumière.* Note de M. J. **Larguier des Bancels**, présentée par M. Dastre.

On sait que les matières résineuses subissent en général d'importantes modifications sous l'influence de la lumière. Au cours de recherches entreprises sur les résinates colorés, j'ai reconnu, de ce point de vue, une particularité qu'il me paraît intéressant de signaler. Les résinates colorés perdent peu à peu, lorsqu'ils sont exposés à la lumière, leur solubilité dans les solvants organiques tels que la benzine. C'est là un fait connu depuis longtemps et dont, à diverses reprises, on a cherché à tirer parti. J'ai constaté que l'insolubilité des résinates irradiés ne se manifeste que vis-à-vis de certains solvants ; bien plus, que ces mêmes substances ne deviennent solubles dans d'autres liqueurs qu'après avoir été soumises à l'action de la lumière.

Les résinates colorés sont préparés de la manière suivante : on traite la colophane par une lessive de soude ou de potasse. Le résinate alcalin obtenu à la suite de cette opération est additionné d'un colorant convenable (safranine, rhodamine, auramine, violet de méthyle, etc.), puis précipité par un sel métallique, de zinc ou de magnésium, par exemple. Le produit est lavé, puis séché à l'abri de la lumière. Les expériences résumées dans la présente Note ont porté sur des résinates dont les uns m'ont été obligeamment fournis par la Société des matières colorantes de Paris, et dont les autres ont été préparés par moi-même. J'ai utilisé de préférence des résinates de zinc et, notamment, un résinate de zinc coloré à la rhodamine. La matière colorante, dissoute dans l'essence de térébenthine, était étalée en couche mince sur une plaque de verre. Les plaques, une fois sèches, étaient exposées à la lumière, soit du soleil, soit d'une lampe à vapeur de mercure (lampe Westinghouse-Cooper-Hewitt, montée sur un courant de 110 volts et fonctionnant sous un régime de 75 volts et 3,4 ampères). La température, au voisinage de la plaque, ne dépassait pas 40°.

1° Les résinates exposés à la lumière deviennent, au bout d'un certain temps, insolubles dans des solvants tels que la benzine, le toluène, le xylol. Ils deviennent, dans les mêmes conditions, *solubles dans des solvants tels que les alcools méthylique ou éthylique* (¹).

2° La solubilisation des résinates est provoquée essentiellement par les radiations de courte longueur d'onde. Les effets sont identiques, que la couche sensible soit ou non séparée de la lampe à vapeur de mercure par une plaque épaisse de quartz (transparente pour les rayons ultraviolets). Une plaque de verre mince (opaque pour les rayons ultraviolets) oppose, en revanche, un obstacle très marqué à l'action des radiations efficaces.

3° La sensibilité des plaques varie avec le degré de la dessiccation. Lorsque la dessiccation a été poussée trop loin, le résinate se dissout dans l'alcool, qu'il ait été irradié ou non. Pour obtenir alors le développement de la plaque impressionnée, il convient de remplacer l'alcool à haut titre par de l'alcool dilué.

4° Dans les conditions où j'ai opéré et en employant comme source lumineuse la lampe à vapeur de mercure, la solubilisation du résinate de rhodamine est achevée en moins de 1 heure. L'action de la lumière est déjà sensible au bout de 5 à 10 minutes.

Toutes réserves faites sur le mécanisme ultime du phénomène, les présentes expériences établissent qu'il est possible, en recourant à des bains de

(¹) Il convient de rapprocher de ce phénomène celui que Alberini a observé sur l'asphalte. D'après Alberini (cité dans Silbermann, *Reproduktionsverfahren*, t. I, p. 216), l'asphalte exposée à l'action de la lumière devient, au bout d'un temps très long, soluble dans l'alcool et même dans l'eau.

développement convenables, d'obtenir à volonté un *positif* ou un *négatif* au moyen de plaques préparées de la même façon et soumises à l'action de la lumière dans des conditions identiques.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la construction d'un toximètre à gaz oxyde de carbone*. Note de M. A. **Guasco**, présentée par M. Henry Le Chatelier.

La détermination d'une quantité quelconque de gaz répandu dans l'air s'effectue rigoureusement par l'analyse chimique, procédé de laboratoire.

Mais les résultats sont moins rigoureux si l'on utilise les appareils indicateurs actuels destinés à déceler rapidement la présence dans l'air de l'oxyde de carbone, par exemple.

Parmi ces derniers, celui de MM. A. Lévy et Pécoul, basé sur la réduction de l'acide iodique anhydre, procédé indiqué par MM. les professeurs Ditte et Gautier, bien qu'il accuse la présence de très faibles quantités d'oxyde de carbone, est sensible en même temps à d'autres gaz et vapeurs qui réduisent aussi l'acide iodique.

Un autre appareil révélateur et avertisseur, de haute précision, la balance de MM. Auger et Pescheux, établie sur le principe d'Archimède, donne bien des indications en présence de gaz légers quelconques, tel l'hydrogène ou le méthane, mais il n'en est plus ainsi lorsqu'il s'agit de l'oxyde de carbone, par exemple, de densité presque égale à celle de l'air.

Dans un autre ordre d'idées, M. Racine a présenté un appareil qui utilise la propriété classique que possède le platine, sous la forme de mousse ou de noir de platine, d'absorber les gaz à froid, particulièrement l'oxyde de carbone, en dégageant de la chaleur, pour enflammer vers 120° une bande de fulmicoton permettant, par la rupture d'un fil, le déclenchement d'une sonnerie d'appel (*Comptes rendus*, 9 janvier 1905).

Depuis cette époque, et à ma connaissance, aucun travail complémentaire n'a paru sur les conditions d'absorption des gaz par le platine, sur les quantités de chaleur dégagée dans leur transformation et sur l'élévation correspondante de la température, données qui seules pouvaient permettre l'établissement d'un appareil sensible à de très faibles proportions d'un mélange gazeux.

Dès 1889, deux constructeurs anglais, MM. James Pitkin et Thomas Niblett, eurent l'idée de mesurer les températures en plaçant côte à côte deux thermomètres dont un seul était platiné. L'élévation de la température du thermomètre platiné en présence d'un gaz combustible devait s'accuser par comparaison avec le thermomètre ordinaire.

Mais, ici encore, ces différences étaient insuffisamment appréciables pour accuser la présence de faibles doses de gaz combustible. En effet :

Il résulte des expériences que j'ai effectuées que, pour l'élévation de température correspondant à un seul degré du thermomètre platiné, la quantité d'oxyde de carbone, par exemple, nécessaire pour produire cette surélévation de température de 1°, correspond au taux d'environ 1 pour 100, c'est-à-dire à la dose qui, dans quelques minutes, peut produire l'asphyxie et même la mort.

J'ai constaté que, dans les limites moyennes de 15° à 25° de la température ambiante, l'élévation de la température d'un thermomètre à mercure platiné, mis en présence de l'oxyde de carbone dilué dans l'air, était seulement de quelques dixièmes de degré par millièmes du mélange et que, par suite, il ne devenait possible de déceler la présence de gaz toxiques, avant que le taux du mélange ait atteint une proportion nuisible à l'organisme, qu'à la condition d'utiliser un dispositif qui puisse donner une indication nettement appréciable pour des variations de température de quelques dixièmes de degré.

A cet effet, j'ai utilisé le dispositif du thermomètre différentiel de Leslie, avec cette différence caractéristique que ce dispositif ne devait, en aucun cas, contrairement au Leslie, accuser d'autres variations de température que celles produites par la condensation des gaz dans le platine.

Il est constitué par un tube en U surmonté de deux ampoules dont une seule en platine. Le tube en U reste visible, mais les deux ampoules sont hermétiquement enfermées dans une enveloppe qui les isole du contact de l'atmosphère, enveloppe dans laquelle le gaz pénètre par endosmose au travers d'une cloison poreuse.

Le tube en U extérieur à l'enveloppe, resté visible, est garni, sur le tiers environ de sa hauteur, d'un liquide coloré qui permet de constater la moindre dénivellation des niveaux.

Expériences effectuées avec l'oxyde de carbone :

Dans une capacité de 100^{l}, un thermomètre à mercure garni de platine et marquant 20°,4, s'élève à 20°,9 quelques instants après qu'un volume de $0^{l},100$ d'oxyde de carbone y a été introduit, en élevant par suite son degré de température de 0°,5 pour le mélange au $\frac{1}{1000}$.

La variation de la température n'est que de 0°,3 dans un mélange d'air et de gaz d'éclairage dans les mêmes proportions au $\frac{1}{1000}$.

La dénivellation des niveaux dans le tube en U de mon appareil est de $6^{mm},5$ par colonne, soit de 13^{mm} avec la proportion de $\frac{1}{1000}$ d'oxyde de carbone, et s'élève à $13^{mm},2$ par colonne, soit de 26^{mm} dans un mélange au $\frac{2}{1000}$.

La sensibilité du toximètre à l'oxyde de carbone a pour point de départ visible un mélange inférieur à $\frac{1}{10000}$.

Ainsi déterminé, le toximètre devient un appareil de mesure des gaz, peut se graduer par demi-millièmes de mélange d'oxyde de carbone et avoir une graduation appropriée aux différents gaz.

Si, dans le tube en U, on remplace le liquide coloré par du mercure en fixant un contact en platine à hauteur déterminée, on a le modèle avertisseur qui fera marcher toute sonnerie d'avertissement.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les dérivés hydrogénés de l'apoharmine.* Note de M. V. **Hasenfratz**, présentée par M. A. Haller.

L'apoharmine $C^8H^8N^2$ est le noyau azoté qui entre dans la constitution de la harmaline $C^{13}H^{14}N^2O$ et de la harmine $C^{13}H^{12}N^2O$, alcaloïdes contenus dans les graines du *Peganum harmala*.

J'ai montré récemment [1] que la réaction d'Hofmann ne dégrade pas la molécule de l'apoharmine, mais conduit à la formation d'une base complexe, la triméthyldiapoharmine $C^{19}H^{22}N^4$. Ce résultat anormal peut s'expliquer par la faible teneur en hydrogène de l'apoharmine. Guidé par cette hypothèse, j'ai été amené à étudier les produits de réduction de cette dernière base.

L'apoharmine se laisse difficilement réduire, c'est ainsi que le sodium, en présence des alcools éthylique ou amylique, la poudre de zinc, sont sans action sur elle. Cependant O. Fischer [2] a préparé la dihydroapoharmine $C^8H^{10}N^2$, par l'emploi d'acide iodhydrique comme agent réducteur. J'ai repris cette expérience et j'ai isolé, à côté de la dihydroapoharmine, un nouveau dérivé hydrogéné : la tétrahydroapoharmine $C^8H^{12}N^2 + H^2O$.

On sait que l'apoharmine et les alcaloïdes du *Peganum harmala* sont des bases secondaires : l'un des deux atomes d'azote qu'ils renferment fait donc partie d'un groupement NH. Aucun fait expérimental n'avait pu, jusqu'ici, fournir d'indication sur la fonction du deuxième atome d'azote de ces bases. L'étude du composé que j'ai obtenu en combinant la dihydroapoharmine et l'iodure de méthyle, permet de combler cette lacune.

Dihydroapoharmine $C^8H^{10}N^2$. — On chauffe 2g d'apoharmine, 2g de phosphore rouge et 11cm³,8 de HI ($D = 1,75$), en tube scellé, pendant 6 heures, à 162°. Le contenu des tubes est évaporé au bain-marie. Le liquide sirupeux obtenu est traité

(1) V. Hasenfratz, *Comptes rendus*, t. 154, p. 1520.

(2) O. Fischer, *Berichte*, t. XXII, p. 641.

par une lessive de potasse de façon que la solution soit encore acide. Il se dépose, à froid, des cristaux d'iodhydrate de dihydroapoharmine qu'on essore; l'eau mère recueillie contient l'iodhydrate de la base tétrahydrogénée.

En décomposant, par la potasse en excès, la solution aqueuse concentrée d'iodhydrate de dihydroapoharmine, il se forme, à la surface du liquide alcalin, une couche huileuse qui cristallise du jour au lendemain. C'est la dihydroapoharmine qu'on purifie par cristallisation dans l'éther anhydre. Elle se présente en tablettes incolores, fusibles à 49°, solubles dans l'eau, très peu solubles dans les lessives alcalines.

Une solution très étendue de dihydroapoharmine dans l'eau acidulée par l'acide sulfurique possède une belle fluorescence violette.

Iodométhylate de dihydroapoharmine $C^8H^{10}N^2, CH^3I$. — Ce produit d'addition s'obtient en traitant, par un excès d'iodure de méthyle, la dihydroapoharmine dissoute dans l'acétone. La liqueur abandonne peu à peu, à la température ordinaire, des aiguilles jaune clair d'iodométhylate, très peu solubles dans l'acétone, solubles dans l'eau et dans l'alcool. Les solutions aqueuses d'iodométhylate de dihydroapoharmine *ne sont pas décomposables* par la potasse, même à la température de l'ébullition.

Tétrahydroapoharmine $C^8H^{12}N^2 + H^2O$. — Cette base, combinée à l'acide iodhydrique, se trouve dans les eaux mères qui proviennent de l'essorage de l'iodhydrate de dihydroapoharmine. Pour l'isoler, on traite ces eaux mères par un excès de potasse et l'on épuise le liquide alcalin par la benzine. La solution benzénique est distillée et le résidu est repris par une très faible quantité d'eau qui dissout la dihydroapoharmine et laisse un produit qu'on recueille.

On purifie ce dernier par plusieurs cristallisations dans l'eau. Finalement, on obtient, à froid, de longues aiguilles aplaties, incolores, atteignant plusieurs centimètres de longueur. C'est la tétrahydroapoharmine hydratée $C^8H^{12}N^2 + H^2O$, fusible à 96°.

Cette base se dissout difficilement dans l'eau froide, très aisément dans l'eau chaude. Elle forme avec l'acide picrique, un picrate $C^8H^{12}N^2, C^6H^2(NO^2)^3OH$ qui cristallise en longues aiguilles jaunes, très solubles dans l'eau froide, solubles dans l'eau bouillante.

Des faits qui précèdent, il résulte que l'apoharmine peut former deux dérivés hydrogénés dont l'un, la tétrahydroapoharmine, n'avait pas encore été signalé.

De plus, nous venons de voir que l'iodométhylate de dihydroapoharmine n'est pas décomposable par la potasse : cette propriété conduit à d'intéressantes conclusions.

L'existence de la méthylapoharmine $C^8H^7N^2CH^3$ et du dérivé nitrosé de la dihydroapoharmine $C^8H^9N^2(NO)$ démontre la présence d'un groupement NH dans l'apoharmine et dans la dihydroapoharmine. Si l'iodure de méthyle, en se combinant à ces deux bases, se fixait sur ce groupement

NH, les deux produits obtenus devraient se décomposer par la potasse en donnant les dérivés méthylés correspondants. Il en est ainsi pour l'apoharmine; ce n'est pas le cas de la dihydroapoharmine. On doit admettre que l'iodure de méthyle, dans l'iodométhylate de dihydroapoharmine, est rattaché à un atome d'azote tertiaire.

La dihydroapoharmine est donc une base, à la fois secondaire et *tertiaire*. Ce double caractère s'applique également à l'apoharmine et aux alcaloïdes du *Peganum harmala :* harmine et harmaline.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Hydrogénation catalytique des cétones.* Note de **G. Vavon**, présentée par M. A. Haller.

L'hydrogénation catalytique en présence de noir de platine constitue, ainsi que je l'ai montré, une excellente méthode de préparation des alcools aromatiques à partir des aldéhydes correspondantes. Cette méthode permet également de transformer les cétones en alcools secondaires. Je résumerai ici très succinctement les expériences qui ont porté sur de nombreux types de cétones :

Cétones aliphatiques (propanone, méthyléthylcétone);
» cycliques (cyclopentanone, cyclohexanone);
» aromatiques (benzophénone, acétophénone);
» éthyléniques (oxyde de mésityle, benzylidène-acétone);
» terpéniques (menthone, pulégone, carvone);
» éther-sel (acétylacétate d'éthyle);
» dicétone (acétylacétone).

Acétone ordinaire $CH^3 - CO - CH^3$. — Si l'on emploie l'acétone sans solvant ou diluée dans l'éther, l'hydrogénation, rapide au début, s'arrête bientôt. Il se forme de l'eau et du propane qui, remplissant le récipient, empêche la réduction de se poursuivre. Au contraire, si l'on opère sur l'acétone étendue de son poids d'eau, l'absorption du gaz est plus lente, mais se continue jusqu'à transformation complète de l'acétone en alcool isopropylique.

On n'a pas trace de pinacone.

Méthyléthylcétone $CH^3 - CO - C^2H^5$. — En solution dans 5 fois son poids d'eau, la méthyléthylcétone absorbe 2^{at} d'hydrogène et se transforme intégralement en alcool butylique secondaire $CH^3 - CHOH - C^2H^5$.

Pour la méthyléthylcétone comme, pour l'acétone ordinaire, la réduction est assez lente : l'hydrogénation d'une molécule nécessite une douzaine d'heures environ, la quantité de platine employée étant de 10^g.

Cyclopentanone C^5H^8O. — La cyclopentanone réduite sans solvant donne, à côté du cyclopentanol attendu, un peu d'eau et de cyclopentane. En étendant cette cétone de 5 ou 6 fois son volume d'éther on évite la formation de cyclopentane et le cyclopentanol constitue le produit unique de la réaction.

Dans aucun cas je n'ai eu trace de cyclopentylcyclopentanone, alors que l'emploi du nickel réduit conduit à l'obtention de ce corps, ainsi que l'ont montré MM. Godchot et Taboury [1].

Cyclohexanone $C^6H^{10}O$. — La cyclohexanone, dans son poids d'éther, se réduit aisément et donne avec un rendement quantitatif le cyclohexanol.

L'hydrogénation, dans le cas de la cyclopentanone et surtout de la cyclohexanone, est beaucoup plus rapide que pour les cétones aliphatiques.

Benzophénone $C^6H^5-CO-C^6H^5$. — La benzophénone en solution éthérée fixe 2H et donne le diphénylcarbinol $C^6H^5-CHOH-C^6H^5$. Cette opération nécessite l'emploi d'un platine très actif.

Acétophénone $C^6H^5-CO-CH^3$. — L'acétophénone diluée dans divers solvants : éther, alcool, acétate d'éthyle, acide acétique, etc., fixe non 2H, mais 10H et se transforme en éthylcyclohexane. En arrêtant l'opération juste au moment où 2H se trouvent absorbés, on n'obtient pas un corps unique, mais un mélange d'acétophénone et d'alcools.

L'emploi d'alcool aqueux comme solvant m'a cependant donné de meilleurs résultats et j'ai pu ainsi obtenir le méthylphénylcarbinol à peu près pur.

Oxyde de mésityle $\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>C=CH-CO-CH^3$. — L'oxyde de mésityle fixe 4H et donne le méthylpentanol $\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>CH-CH^2-CHOH-CH^3$. Mais on peut aussi obtenir la cétone saturée $\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>CH-CH^2-CO-CH^3$; il suffit d'arrêter l'opération quand se trouve absorbée une molécule d'hydrogène.

La réaction est ici très rapide.

Benzylidène-acétone $C^6H^5-CH=CH-CO-CH^3$. — J'ai indiqué précédemment [2] que la réduction de la benzylidène-acétone conduisait à volonté à la phénylbutanone, au phénylbutanol ou au cyclohexylbutanol.

Menthone $C^{10}H^{18}O$. — La *l*-menthone ($\alpha_{578} = -22°,6$ sous 10^{cm}), étendue de son poids d'alcool, fixe 2H et se transforme en un menthol qui bout à 98°-99° sous 13^{mm} et à 208-209 (non corr.) à la pression ordinaire. Ce corps est dextrogyre ($\alpha_{578} = +10°,6$ sous 10^{cm}).

Pulégone $C^{10}H^{16}O$. — La pulégone en solution alcoolique fixe 4H et donne un pulégomenthol dont les constantes physiques sont celles du menthol précédent. Seul

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 8e série, t. XXV, p. 41.

(2) *Comptes rendus*, t. 154, p. 1705.

le pouvoir rotatoire est différent ($\alpha_{578} = +6°,4$ sous 10^{cm}). Cet alcool semble identique au β-pulégomenthol obtenu par MM. Haller et Martine dans l'action sur la pulégone de l'hydrogène en présence de nickel réduit ([1]).

Carvone $C^{10}H^{14}O$. — J'ai indiqué précédemment ([2]) que par réduction de la carvone on pouvait obtenir à volonté la carvotanacétone, la tétrahydrocarvone ou le carvomenthol.

D'une façon générale les cétones terpéniques s'hydrogènent très facilement; néanmoins je n'ai pu par ce procédé transformer le camphre en camphol.

Acétylacétate d'éthyle $CH^3CO.CH^2CO^2C^2H^5$. — L'acétylacétate d'éthyle seul, ou mieux étendu de son volume d'éther fixe, un peu plus de 2^{at} d'hydrogène par molécule; on obtient l'alcool $CH^3CHOHCH^2CO^2C^2H^5$ qui bout à 74°-75° sous 13^{mm}, un peu d'eau et de butyrate d'éthyle.

Acétylacétone $CH^3CO - CH^2 - CO - CH^3$. — La réduction de l'acétylacétone donne, à côté du glycol $CH^3CHOH - CH^2 - CHOH - CH^3$, une quantité notable d'eau et d'alcool amylique $CH^3CHOH - CH^2 - CH^2 - CH^3$.

Par les exemples variés qui précèdent, on voit que la méthode au noir de platine est d'un emploi très général pour la transformation des cétones en alcools secondaires.

Je poursuis l'étude de cette méthode.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'amidure de sodium sur le dibenzoylbutane-1.4.* Note de M. **Edouard Bauer**, présentée par M. A. Haller.

On sait que les alcoylphénylcétones possédant au moins 1^{at} d'hydrogène fixé au carbone en α du groupe cétonique ([3]), réagissent sur l'amidure de sodium pour donner des dérivés sodés dont l'atome de sodium peut être remplacé par des radicaux divers et en particulier par des radicaux alcoylés. Il nous a semblé intéressant de voir si les dicétones se comportaient de la même manière vis-à-vis de ce réactif.

Nous nous sommes adressé, pour ces recherches, au dibenzoylbutane-1.4, qu'on obtient facilement par condensation du chlorure de l'acide adipique sur le benzène en présence de chlorure d'aluminium suivant les données de M. Etaix. Après quelques cristallisations dans l'alcool, cette dicétone se présente, comme l'indique cet auteur, sous la forme de petites aiguilles jaunes,

(1) *Comptes rendus*, t. 140, p. 1298.

(2) *Comptes rendus*, t. 153, p. 68.

(3) A. Haller et Ed. Bauer, *Comptes rendus*, t. 148, p. 70; t. 149, p. 5.

fondant à 103°-104°. Cette coloration est cependant due à une impureté, car, en variant les solvants et en répétant les cristallisations, on l'obtient parfaitement blanche, et elle fond alors à 107°.

A côté de la dicétone, il se forme toujours dans cette réaction de l'acide δ-benzoylvalérianique, qu'on obtient par cristallisation dans l'eau en petites paillettes blanches, assez solubles dans l'eau bouillante, peu dans l'eau froide, solubles dans l'alcool et l'éther et fondant à 78°.

L'amidure de sodium réagit sur le dibenzoylbutane-1.4 d'une façon assez complexe.

Lorsqu'on chauffe 1^{mol} de dicétone avec 2^{mol} d'amidure de sodium au sein de benzène, on observe le dégagement de 1^{mol} d'ammoniac, la solution devient rouge et il se forme un abondant précipité. En décomposant le produit de la réaction par de l'eau glacée aussitôt le dégagement terminé, soit après 30 à 45 minutes d'ébullition, on obtient une huile qui, distillée sous pression réduite, nous a donné un liquide épais passant vers 218°-220° sous 13^{mm}, puis au-dessus de 235° quelques gouttes de dicétone régénérée. La fraction 218°-220° ne tarda pas à se prendre en une masse cristalline fondant mal vers 60°. Reprise par de l'éther, la solution laisse d'abord déposer de fines aiguilles fondant à 98°, puis de gros prismes jaunes fondant à 53°. A l'analyse, ces deux composés se sont montrés isomères et répondent à la formule $C^{18}H^{16}O$. Ils se sont donc formés par déshydratation du dibenzoylbutane. D'après les travaux de Perkin et Marshall (1), puis de MM. Blaise et Kœhler (2) qui ont obtenu, par l'action de l'alcoolate de sodium sur les deux dicétones grasses, une cyclisation de ces dicétones, avec élimination de 1^{mol} d'eau, en αα-alcoylacidylcyclopentènes, nous pensions nous attendre à trouver également ici la même cyclisation qui devait nous conduire au benzoylphénylcyclopentène

$$\begin{array}{l} \quad\quad\; CH^2 \\ CH^2\diagup\quad\diagdown C - COC^6H^5 \\ \;\;| \quad\quad\;\; \| \\ CH^2 \text{———} C - C^6H^5 \end{array}$$

pouvant exister sous deux formes stéréoisomériques.

Afin d'établir la constitution de ces deux dérivés, nous les avons soumis à l'oxydation permanganique :

L'oxydation du produit, fondant à 53°, s'est faite en solution aqueuse vers 50° en employant 3^{at} d'oxygène actif par molécule. Nous avons trouvé dans cette oxydation des quantités sensiblement équimoléculaires d'acide benzoïque et d'acide γ-benzolbutyrique, ce qui nous montre que le produit

(1) PERKIN jun. et MARSHALL, *Soc.*, t. LVII, p. 241.

(2) E. BLAISE et KŒHLER, *Comptes rendus*, t. 148, p. 853.

fondant à 53° possède la constitution du benzoyl-1-phényl-2-cyclopentène-1 :

$$\begin{array}{l} \quad CH^2 \\ CH^2\diagup\diagdown C - CO - C^6H^5 \\ \;| \qquad \| \\ CH^2 \text{—} C - C^6H^5 \end{array} + O^3 + H^2O = \begin{array}{l} \quad CH^2 \\ CH^2\diagup\diagdown COOH \\ \;| \\ CH^2 \text{—} CO - C^6H^5 \end{array} + C^6H^5COOH$$

L'oxydation du produit fondant à 98° s'est faite en solution acétonique contenant 2 pour 100 de permanganate de potasse, car en milieu aqueux l'oxydation n'a pour ainsi dire pas lieu. En prenant la quantité de $KMnO^4$ correspondant à 3^{at} d'oxygène par molécule de corps à oxyder, nous avons trouvé, à côté de petites quantités de produit primitif, de l'acide succinique et de l'acide benzoïque. Nous n'avons pas trouvé trace d'acide γ-benzoylbutyrique. Cette oxydation nous montre que nous n'avons pas affaire ici à un isomère stéréochimique du benzoyl-1-phényl-2-cyclopentène-1, mais bien à un isomère de position, dans lequel la double liaison se trouve en 2. Le composé fondant à 98° possède donc la constitution du benzoyl-1-phényl-2-cyclopentène-2, et son oxydation peut se représenter par l'équation

$$\begin{array}{l} \quad CH^2 \\ CH^2\diagup\diagdown CH - CO - C^6H^5 \\ \;| \qquad | \\ CH = C - C^6H^5 \end{array} + O^6 + H^2O = \begin{array}{l} \quad CH^2 \\ CH^2\diagup\diagdown COOH \\ \;| \\ COOH \end{array} + 2C^6H^5COOH$$

Nous pouvons donc admettre qu'il se forme, dans l'action de l'amidure de sodium sur le dibenzoylbutane-1.4, d'abord du benzoyl-1-phényl-2-cyclopentanol-2

$$\begin{array}{l} \qquad CH^2 \\ H^2C\overset{5}{\diagup\diagdown} CH - CO - C^6H^5 \\ \;\;|_4 \qquad |_1 \\ H^2C_3 \text{—}_2 C\begin{array}{l}\diagup OH \\ \diagdown C^6H^5\end{array} \end{array}$$

peu stable dans les conditions où il prend naissance et qui perd 1^{mol} d'eau, le groupe OH empruntant soit l'atome d'hydrogène fixé sur le carbone 1, soit celui fixé sur le carbone 3.

Lorsque dans l'action de l'amidure de sodium sur le dibenzoylbutane-1.4 on prolonge l'action de l'amidure pendant 3 à 4 heures, les résultats sont très différents. Dans les eaux alcalines, on trouve de petites quantités d'acide benzoïque et, parmi les produits neutres, on trouve à côté de petites quantités de dicétone primitive, les deux phénylbenzoylcyclopentènes fondant à 53° et à 98°, de la benzamide, un produit cristallisant en

fines aiguilles, fondant à 135°, répondant à la formule $C^{12}H^{13}ON$, et un carbure non saturé $C^{11}H^{12}$ distillant à 110° sous 13mm, et fondant à 23°. L'étude de cette réaction qui est actuellement presque terminée fera l'objet d'une prochaine Note.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la présence de l'arsenic dans quelques plantes parasites et parasitées.* Note de MM. **F. Jadin** et **A. Astruc**, présentée par M. Guignard.

Par nos recherches analytiques sur l'arsenic dans les aliments végétaux (*Comptes rendus*, t. 150, p. 893), nous avons mis en évidence une des origines de l'arsenic normal dans l'organisme humain. De ces premiers résultats, nous avons acquis la conviction que la présence de ce métalloïde, généralisée déjà par d'autres auteurs dans le règne animal, doit l'être également dans le règne végétal tout entier, et que l'arsenic fait partie intégrante de la cellule végétale, comme de la cellule animale ; mais une longue étude et de nombreuses expériences sont nécessaires pour nous permettre d'étayer cette affirmation sur des faits précis.

Dans cette Note, nous avons porté nos efforts sur des plantes à caractères physiologiques bien différents de celles précédemment étudiées. Nous étant particulièrement demandé si le terrain n'avait pas une influence prépondérante sur la plus ou moins grande quantité d'arsenic contenue dans les végétaux, nous avons songé à traiter, par les méthodes déjà indiquées, les plantes parasites.

L'influence du terrain est ici considérablement amoindrie puisqu'il ne supporte pas directement la plante, et si l'analyse démontre dans celle-ci la présence de l'arsenic, il est évident que ce corps, provenant uniquement du végétal parasité qui porte le parasite et lui fournit les matériaux indispensables à son développement, est un des éléments importants et nécessaires pour la cellule : le végétal le prend dès lors partout où il le trouve, d'une manière qui diffère suivant qu'il est directement planté en terre ou qu'il vit sur un hôte intermédiaire ; c'est précisément ce que l'expérience confirme.

Voici les chiffres exprimant la quantité d'arsenic contenue dans quelques végétaux parasites et que nous avons comparée, autant que cela nous a été possible avec la teneur des plantes parasitées ; suivent également les résultats obtenus avec quelques espèces parasites pour lesquelles nous n'avons pas analysé le support.

	Plantes.	Origine.	Arsenic en milligrammes pour 100 de matières fraîches.
	VÉGÉTAUX PARASITÉS (¹).		
1.	*Malus communis* Poir. (var. cultivée, Rosacées) ..	Aveyron.	0,017
2.	*Sorbus Aucuparia* L. (id.) ...	Environs de Rennes.	0,019
3.	*Cratægus monogyna* Jacq. (id.) ...	Lot-et-Garonne.	0,025
4.	*Robinia Pseudo-Acacia* L. (Papilionacées)	Environs de Rennes.	0,050
5.	*Quercus palustris* Du Roi (Cupulifères)	Indre.	0,006
6.	*Populus nigra* L. (Platanées)	Environs de Rennes.	0,007
7.	*Abies pectinata* D. C. (Conifères)	Aude (forêt des Fanges).	0,024
8.	*Juniperus phœnicea* L. (id.)	Environs d'Hyères.	0,012
9.	*Thymus vulgaris* L. (Labiées)	Environs de Montpellier.	0,011
10.	*Cistus montpeliensis* L. (Cistinées)	Doscares, près Montpellier.	0,020
11.	*Anthemis nobilis* L. (Composées)	Montpellier (Jardin des plantes)	0,012
12.	*Hedera Helix* L. (Araliacées)	(id.) (id.)	0,005
	PARASITES.		
1.	*Viscum album* L. (Loranthacées) (sur *Malus*) ...	Aveyron.	0,012
2.	(id.) (id.) (sur *Sorbus*) ...	Environs de Rennes.	0,011
3.	(id.) (id.) (sur *Cratægus*).	Lot-et-Garonne.	0,013
4.	(id.) (id.) (sur *Robinia*) ..	Environs de Rennes.	0,012
5.	(id.) (id.) (sur *Quercus*) ..	Indre.	0,011
6.	(id.) (id.) (sur *Populus*) ..	Environs de Rennes.	0,010
7.	(id.) (id.) (sur *Abies*)	Aude (forêt des Fanges)	0,010
8.	*Arceuthobium Oxycedri* M. Bieb. (Loranthacées) (sur *Juniperus*)	Environs d'Hyères.	0,004
9.	*Cuscuta Epithymum* Murr. (Convolvulacées) (sur *Thymus*)	Environs de Montpellier.	0,018
10.	*Cytinus Hypocistis* L. (Cytinées) (sur *Cistus*) ...	Doscares, près Montpellier.	0,022
11.	*Phelipœa cœrulea* C. A. Mey. (Orobanchées) (sur *Anthemis*)	Montpellier (Jardin des plantes)	0,013
12.	*Orobanche Hederæ* Duby (Orobanchées) (sur *Hedera*)	(id.)	0,015
13.	*Orobanche Rapum* Thuill. (Orobanchées) (sur *Ulex*)	Environs de Rennes.	0,020

(¹) Le végétal étudié était toujours porteur direct du parasite, souvent même nous avons pu opérer sur la branche qui portait directement celui-ci. Nous remercions nos collègues, MM. Ducomet, de Rennes, et Gerber, de Marseille, des échantillons qu'ils nous ont procurés.

Plantes.	Origine.	Arsenic en milligrammes pour 100 de matières fraîches.
PARASITES (*suite*).		
14. *Orobanche minor* Gutt. (Orobanchées) (sur *Trifolium*)................................	Environs de Rennes.	0,013
15. *Orobanche* var. *flavescens* (Orobanchées) (sur *Trifolium*)................................	(id.)	0,004
16. *Lathræa Clandestina* L. (Orobanchées).........	(id.)	0,006
17. *Osyris alba* L. (Santalacées)...................	Environs de Montpellier.	0,015
18. *Rhinanthus minor* Ehrh. (Scrofulariacées)......	Environs de Rennes.	0,008
19. *Pedicularis sylvatica* L. (id.)	(id.)	0,015

Nous croyons que de ce Tableau on peut tirer les conclusions suivantes :

1° Les plantes parasites, comme les végétaux croissant directement dans le sol, contiennent normalement une certaine quantité d'arsenic;

2° Une même espèce végétale (le Gui), quoique vivant en des régions et sur des arbres très différents, contient néanmoins une quantité d'arsenic à peu près identique, bien que celle trouvée pour les supports présente des variations très appréciables;

3° Il est impossible d'établir une proportion quelconque entre la teneur en arsenic du parasite et celle du parasité;

4° Par analogie, il semble que la richesse du sol en arsenic ne paraît pas avoir une influence prépondérante sur la teneur des végétaux en cet élément, et que la plante doit prendre du métalloïde dans les proportions qui lui sont nécessaires, indépendamment de la richesse du milieu. A ce point de vue, nos résultats obtenus pour le Gui paraissent démonstratifs.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Variations de la proportion de nicotine dans les divers organes de la plante de tabac au cours de la végétation.* Note de MM. **E. Chuard** et **R. Mellet**, présentée par M. Th. Schlœsing fils.

La nicotine a pris, dans ces dernières années, une importance considérable par suite de son emploi toujours plus étendu comme insecticide, particulièrement dans la lutte contre les insectes ampélophages. Cette importance a attiré l'attention des chimistes sur la production de la nicotine dans la cul-

ture du tabac qui en constitue la seule source actuellement connue. On en est même venu, par une inversion dont l'histoire de l'industrie moderne a fourni du reste plus d'un exemple, à envisager la culture du tabac au point de vue de la production de nicotine, le sous-produit d'autrefois devenant le produit principal.

La contribution la plus importante, dans cet ordre de recherches, est sans doute celle apportée par M. Th. Schlœsing fils dans sa Communication à l'Académie des Sciences du 4 juillet 1910. Des recherches méthodiques exécutées par ce savant, il résulte que « l'on ne peut pas songer à entreprendre en France la culture du tabac avec le seul but d'extraire de la plante la nicotine », le prix de vente de l'alcaloïde étant celui de juillet 1910.

Tout en souscrivant sans réserve aux conclusions de M. Th. Schlœsing fils, nous avons néanmoins jugé intéressant de continuer les recherches dans cette direction, en adoptant le mode de culture et de récolte usité en Suisse. Ce faisant, nous avons poursuivi un double but.

Premièrement, nous avons cherché à établir la quantité réelle de nicotine existant dans les principaux organes de la plante, et, pour cela, nous avons opéré nos déterminations sur la substance végétale *à l'état vert*. Nous avons en effet constaté que la dessiccation entraîne toujours et pour toutes les parties de la plante une perte notable de la nicotine, et que cette perte atteint, dépasse même, dans certains cas, les 30 pour 100.

En second lieu, nous avons déterminé la quantité de nicotine que contiennent les *sous-produits* ou déchets de la culture, ces derniers traités également à l'état vert.

Nous avons utilisé pour ces dosages la méthode publiée par l'un de nous [1], à laquelle nous avons apporté quelques modifications de façon à supprimer la correction empirique.

Le tabac sur lequel ont porté nos recherches (variété de *Nicotiana Virginica*) a été cultivé selon la méthode usitée en Suisse : semis en couches, repiquage, façon au sol, écimage, ébourgeonnage, cueillette des feuilles.

Le semis ayant été effectué le 25 avril 1911, nous avons déjà examiné un lot de jeunes plantes prélevées avant le repiquage, le 15 mai. La plante a été analysée entière, elle ne contenait que des traces non dosables de nicotine.

Un mois après, le 16 juin, les jeunes plantes, repiquées, nous ont donné les chiffres suivants (en pour 100 de la matière sèche) : feuilles, 0,35 pour 100; racines, 0,15 pour 100.

Les plantes étaient encore trop petites pour faire un lot avec les tiges.

---

(1) Mellet, *Journal suisse de Chimie et Pharmacie*, 1911, p. 117.

Dès lors nous avons déterminé la nicotine séparément dans les feuilles, les tiges, les racines, les repousses (bourgeons axillaires) et les sommités :

1° Le 14 juillet, immédiatement avant l'écimage;

2° Le 9 août, au premier enlèvement des repousses axillaires;

3° Le 18 septembre, au moment de la récolte des grandes feuilles;

4° Le 4 novembre, au moment des premiers gels (tiges complètement ébranchées et effeuillées le 25 septembre; ont formé de nouvelles repousses).

Voici les résultats obtenus (la nicotine est rapportée à 100 parties de matière sèche) :

	Pour 100.				
	Feuilles.	Tiges.	Racines.	Repousses.	Sommités.
Échantillons du 14 juillet	0,34	0,08	0,45	»	0,49
» 9 août.......	3,12	0,61	0,69	1,04	»
» 18 septembre..	4,79	0,52	0,64	1,27	»
» 4 novembre..	»	0,47	0,53	1,04	»

Indépendamment des conclusions que l'on peut tirer de ces chiffres au point de vue purement scientifique, il est intéressant de constater que les déchets de culture, sommités, repousses, tiges et racines après la récolte des feuilles qui, avec le mode de culture et de cueillette pratiqué en Suisse (Alsace, Palatinat, etc.), peuvent être récoltés et traités *verts*, contiennent des proportions d'alcaloïde qui ne sont pas négligeables.

Un procédé d'extraction qui n'occasionnerait pas des frais trop élevés, et qui laisserait des résidus utilisables comme engrais, mériterait peut-être d'être étudié, dans les régions auxquelles se rapportent les données ci-dessus.

BOTANIQUE. — *Possibilité et fréquence de l'autofécondation chez la Vigne cultivée*. Note de M. **Gard**, présentée par M. Guignard.

Les conditions de la fécondation chez les Vignes sont mieux connues à l'état sauvage qu'à l'état cultivé. Quelle que soit l'espèce considérée, il y a, dans le premier cas, fécondation croisée. Les nombreux individus mâles, à étamines longues, fleurissent abondamment et longtemps, fécondant les individus hermaphrodites à étamines courtes et recourbées, dont le pollen est inactif pour le pistil de la même fleur.

Il n'en est plus de même à l'état cultivé où les plantes sont toutes hermaphrodites, ont des étamines longues ou moyennes et un pollen très actif.

Millardet (¹) a posé la question en ces termes : « Puisque, dans les plantes cultivées à étamines longues, le pollen jouit de ses propriétés fécondantes dans toute leur plénitude, il peut y avoir fécondation du pistil d'une fleur par son propre pollen. Cette fécondation a-t-elle lieu? Si elle se produit, est-ce plus ou moins souvent que la fécondation croisée (c'est-à-dire par du pollen étranger à la fleur ou même à la plante) et quels sont les effets de ces deux fécondations directe et croisée? A toutes ces questions il m'est impossible de répondre d'une manière absolument précise et satisfaisante.» La possibilité de la fécondation croisée est hors de doute (Hybrides Bouschet, etc.). Les expériences suivantes montrent qu'il en est de même de l'autofécondation.

I. J'isole un certain nombre de fleurs non épanouies sur des pédoncules secondaires assez longs pour que de petits sacs, en papier de soie résistant, y soient fixés par une attache de fil.

Cabernet-Sauvigeon.................	8 fleurs	7 ont noué
Syrah...............................	14 »	toutes ont noué
Semillon (sur 3 pieds distincts).......	10 »	7 ont noué
» »	9 »	toutes ont noué
» »	4 »	1 a noué
Muscadelle.........................	7 »	6 ont noué.

L'étude des conditions de la dernière floraison confirme en tous points ces résultats. La plupart des grains, ayant déjà quelques millimètres de diamètre, sont encore recouverts du capuchon corollaire, emprisonnant stigmate et étamines, du moins pour les fleurs qui ont été fécondées avant le 16 juin, dans le Bordelais.

Chez tous les cépages (Malbec, Merlot, Cabernetfranc, Cabernet-Sauvignon, Carmenère, etc.), le fait est frappant, mais particulièrement chez la Syrah où la calyptre persiste encore sur des grains de 6^{mm} à 7^{mm}. Il en est de même chez la Muscadelle. L'autofécondation paraît être la règle chez ces deux derniers cépages, qui ne sont habituellement pas coulards. A partir du 16 juin, la température s'est considérablement relevée et l'on pouvait alors voir, chez toutes les variétés, les fleurs s'ouvrir normalement, mais la plupart étaient déjà passées.

II. Avec toutes les précautions utilisées en pareil cas, je castre, sur un pied de Sémillon, une grappe entière et la laisse à l'air libre. Ce pied porte plusieurs autres grappes dont le pollen peut agir sur la grappe castrée :

Sur 105 fleurs, 46 ont coulé, soit 43 pour 100.

Sur un pied de Muscadelle, je castre toutes les fleurs de la grappe unique qu'il

(¹) A. Millardet, *Essai sur l'hybridation de la Vigne* (*Mémoires de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux*, 4ᵉ série, t. II, 1891).

porte, laquelle ne pouvait être fécondée que par le pollen d'un autre pied du même cépage.

Sur 74 fleurs, 46 ont coulé, soit 62 pour 100.

Ces expériences ont été faites par un beau temps de durée, après le 16 juin. Comparées à celles relatées plus haut, elles paraissent montrer que, chez le Sémillon et la Muscadelle, la fécondation d'une fleur par elle-même donne des résultats supérieurs au croisement. Quant à leur influence respective sur le nombre des pépins produits, je ne suis pas encore en mesure d'apporter des précisions à ce sujet.

III. On pouvait penser à un développement parthénogénétique, peu probable, il est vrai, *a priori*, bien que les cas de parthénogenèse observés chez les Phanérogames soient devenus assez nombreux. Je castre une grappe entière de Muscadelle et je l'enferme de suite dans un sac de papier. Même opération sur 25 fleurs de Malbec, sur 15 fleurs de Syrah. Aucun ovaire ne s'est développé.

IV. Sans aborder ici l'étude si complexe de la coulure, sur laquelle je reviendrai ailleurs, j'indiquerai seulement que la théorie de *l'encapuchonnement* des fleurs est insuffisante, pour expliquer, d'une manière complètement satisfaisante l'absence de fécondation.

BOTANIQUE. — *Influence de la lumière sur la floraison du Houblon japonais et du Chanvre*. Note de M. J. **Tournois**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Dans des semis hâtifs de Houblon japonais (*Humulus japonicus* Sieb. et Zucc.) et de Chanvre (*Cannabis sativa* L.) faits au cours des années 1910 et 1911, j'ai eu l'occasion d'observer l'apparition de fleurs anormales sur des individus très jeunes ([1]). Des observations analogues ont été faites récemment par M. Figdor ([2]) sur des houblons japonais cultivés en serre pendant l'hiver.

La cause de ces floraisons anormales doit être cherchée dans l'action des facteurs physiques : chaleur, lumière, humidité; action très différente, suivant que les plantes se développent pendant l'hiver ou pendant les périodes normales de végétation.

([1]) *Anomalies florales du Houblon japonais et du Chanvre déterminées par des semis hâtifs* (*Comptes rendus*, t. 153, p. 1017).

([2]) W. Figdor, *Uebergangsbildungen von Pollen- zu Fruchtblättern bei Humulus japonicus Sieb. et Zucc. und deren Ursachen* (*Sitzungsber. d. k. Ak. d. Wiss., Wien. : Math.-nat. Kl.*,; Bd. CXX, Abt. I, p. 689).

Au cours de cette année, j'ai fait de nouvelles expériences dans le but de mettre en évidence le rôle de chacun de ces agents physiques et j'indiquerai ici les résultats obtenus en ce qui concerne l'action de la lumière.

La quantité de lumière reçue par les plantes élevées pendant l'hiver est notablement plus faible que celle que reçoivent les plantes élevées dans les conditions normales, tant au point de vue de la durée que de l'intensité de l'éclairement, et c'est à cela que j'attribue la floraison précoce. En effet :

1° Par des cultures faites de nouveau pendant l'hiver, je me suis assuré que *la précocité est d'autant plus accentuée que les semis sont plus hâtifs*.

Ceci résultait déjà de la comparaison des observations faites en 1910 et 1911 (¹) où les semis furent faits respectivement à la fin et au début de février.

Cette année, des semis furent faits en serre le 8 et le 25 janvier avec des lots de graines de différentes provenances (²).

Aussi bien sur des chanvres que sur des houblons, et principalement dans les semis du 8 janvier, les fleurs sont apparues sur des individus moins développés que dans les expériences antérieures. En outre, tandis que, dans celles-ci, une partie seulement des plantes (la moitié en 1911) avaient fleuri, dans les cultures de cette année, au contraire, la presque totalité des plantes ont montré des fleurs, au plus tard, dans le courant d'avril.

Voici, à titre d'exemple, quelques observations relatives au Houblon :

Dans les semis du 8 janvier, des fleurs mâles ou femelles ont été visibles dès le 15 mars sur certaines plantes dont la tige ne dépassait pas 3^{cm} et qui n'avaient que trois paires de feuilles développées.

Dans les semis du 25 janvier, des fleurs ont apparu fin mars sur des plantes dont la tige avait au moins 8^{cm} ou 10^{cm} et quatre paires de feuilles.

L'état des cultures de houblon en mars et avril se résume ainsi :

	Semis	
	du 8 janvier.	du 25 janvier.
Plantes ayant germé	13	65
Plantes en fleurs au 15 mars	2	0
Plantes en fleurs au 1er avril	10	25
Plantes en fleurs au 29 avril	13	61

(¹) *Anomalies florales du Houblon japonais et du Chanvre déterminées par des semis hâtifs* (*Comptes rendus*, t. 153, p. 1017).

(²) Afin d'éliminer toute différence due à la nature des graines, chacun des lots employés dans les expériences provenait des graines récoltées sur un même pied.

2° *Dans des cultures ensemencées en temps normal, j'ai provoqué des floraisons précoces en diminuant la durée d'éclairement des plantes.*

Des semis furent faits fin avril, répartis en trois groupes et élevés dans les conditions suivantes :

A. Les plantes du premier groupe, placés dans un châssis convenablement aéré par des ouvertures fixes, étaient éclairées toute la journée.

B. Les plantes du deuxième groupe, placées dans un châssis voisin du précédent et aéré de la même façon, n'étaient éclairées que pendant une partie du jour, de 8^h du matin à 2^h du soir environ. Pendant le reste du jour, l'obscurité était réalisée à l'aide d'un écran placé à l'intérieur et noirci sur la face externe. Dans ces conditions, les plantes des lots A et B se sont trouvées toujours sensiblement à la même température; même à l'insolation directe, deux thermomètres de comparaison n'ont pas accusé de différences de plus de 2°.

C. Les plantes du troisième groupe, placées à côté des châssis A et B, étaient à l'air libre.

Les résultats ont été les suivants :

Les plantes du lot B se sont développées moins rapidement que celles des autres lots et néanmoins les fleurs y sont apparues beaucoup plus tôt. Sur les chanvres comme sur les houblons du lot le moins éclairé, les fleurs ont été visibles vers le 20 juin à l'extrémité des tiges qui atteignaient alors 15^{cm} à 20^{cm}, et n'avaient que trois ou quatre paires de feuilles. Dans les houblons même, non seulement l'extrémité de la tige devenait florifère, mais aussi l'extrémité de tous les rameaux secondaires nés à l'aisselle des feuilles développées.

Au contraire, dans les autres lots, c'est seulement au début de juillet que j'ai pu observer des fleurs à l'extrémité des tiges d'un petit nombre de plantes; à cette époque les houblons atteignaient de $0^m,60$ à 1^m avec neuf ou dix paires de feuilles et les chanvres $0^m,50$ avec sept ou huit paires de feuilles.

Au 1er juillet, sur 60 plantes développées, 47 étaient en fleurs dans le lot B; sur le même nombre environ, une seule était en fleurs dans le lot A et aucune dans le lot C. Pour les chanvres, les proportions étaient sensiblement les mêmes.

Une seconde série de semis faits le 4 juin a donné les mêmes résultats.

3° En ce qui concerne les anomalies sexuelles, il me paraît difficile de ramener leur déterminisme à la seule variation d'éclairement. En effet : Dans les semis hâtifs de cet hiver, les anomalies sexuelles, dont l'étude sera faite ultérieurement, étaient plus fréquentes et plus accentuées que les expériences antérieures. J'ai même pu observer des cas de monœcie

complète avec production de graines bien constituées sur des pieds de Chanvre et de Houblon ayant tous les caractères de pieds mâles.

Mais dans les semis d'avril et de juin, sauf quelques rares irrégularités dans le nombres des étamines, les fleurs précoces furent toutes normales.

Il semble donc que, pour provoquer des modifications sexuelles, il faille changer non seulement les conditions d'éclairement, mais aussi les conditions de température ou d'état hygrométrique.

C'est ce que des expériences actuellement en cours me permettront de préciser.

En résumé, dans les limites où l'expérience a été réalisée, et pour des conditions de température analogues, *la floraison du Chanvre et du Houblon japonais est d'autant plus précoce que les plantes reçoivent une quantité de lumière plus faible à partir de leur germination.*

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Assimilation de l'azote et du phosphore nucléique par les Algues inférieures.* Note de M. **E.-C. Teodoresco**, présentée par M. Gaston Bonnier.

C'est Béchamp (¹) et Schutzenberger (²) qui ont montré pour la première fois que les cellules végétales (levure de bière dans leurs expériences), peuvent donner naissance, par autodigestion, entre autres corps, à de l'acide phosphorique et à des corps xanthiques. Pour Schutzenberger, l'origine de ces diverses substances n'était pas douteuse : « elles sont formées par le dédoublement des matières protéiques de la levure, et cela par un phénomène chimique analogue à celui qui se passe dans les tissus animaux ». Kossel (³) a précisé davantage cette origine en montrant que les substances mentionnées proviennent de la transformation des nucléoprotéides, et depuis la question a fait de grands progrès, surtout dans le domaine de la physiologie animale. Iwanoff (⁴) a mis hors de doute l'existence d'une nucléase chez les plantes ; il a trouvé ce ferment dans la levure de bière, les Aspergillées et dans un mucor. Kikkoji l'a trouvé également dans un Basidiomycète (⁵).

(¹) *Comptes rendus*, t. 61, 1865, p. 689.
(²) *Comptes rendus*, t. 78, 1874, p. 493.
(³) *Zeitschrift für physiologische Chemie*, t. IV, p. 290.
(⁴) *Zeitschrift für physiologische Chemie*, t. XXXIX, p. 31.
(⁵) *Zeitschrift für physiologische Chemie*, t. LI, p. 201.

Au cours de mes recherches sur les nucléases des Cryptogames, j'ai eu l'occasion de constater que les Algues inférieures sont capables d'effectuer le dédoublement de l'acide nucléique, et que certains produits de ce dédoublement peuvent leur servir d'aliments.

Je me suis servi de l'acide nucléique extrait de la levure de bière et employé sous forme de nucléate de sodium. Après plusieurs essais, j'ai réussi à obtenir une culture pure de *Chlamydomonas reticulata*, développé d'abord dans une solution contenant, par litre d'eau, les substances suivantes :

Nitrate d'ammonium	2g
Phosphate dipotassique	0g,75
Sulfate de magnésium	0g,25
Chlorure ferrique	traces

Pour voir si ce *Chlamydomonas* pouvait utiliser l'azote et le phosphore contenus dans l'acide nucléique, j'ai cultivé l'Algue dans les quatre solutions suivantes :

Solution I (la solution précédente).

Solution II (sans azote).

Phosphate dipotassique	2g
Sulfate de magnésium	1g
Chlorure ferrique	traces

Solution III (sans azote et sans phosphore).

Sulfate de magnésium	1g
Chlorure de potassium	1g
Chlorure ferrique	traces

Solution IV.

Nucléate de sodium	2g
Sulfate de magnésium	0g,50
Chlorure de potassium	0g,50
Chlorure ferrique	traces

Ces quatre solutions ont été d'abord stérilisées et ensuite ensemencées avec des quantités impondérables d'Algue pure, représentées seulement par ce qui adhérait à l'extrémité d'un fil de platine stérilisé. Les fioles, contenant les solutions et bouchées par des tampons d'ouate, sont placées devant une fenêtre du laboratoire, à la température ordinaire et à l'abri de la lumière solaire directe.

Les résultats obtenus sont les suivants :

Comme on pouvait s'y attendre, dans les solutions II et III, le développement est presque inappréciable; dans la solution I, qui contenait un aliment minéral complet, l'Algue s'est bien développée; mais c'est la solution IV, contenant le phosphore et l'azote sous forme de nucléate, qui a fourni la plus belle culture; cette culture présentait une couleur vert foncé, comme celle d'une feuille. Toutefois, dans cette dernière, l'Algue a vécu moins longtemps que dans la solution minérale complète. Ainsi, plusieurs cultures n° I, commencées le 9 mars, étaient encore en très bon état le 24 mai, tandis que les cultures n° IV, ensemencées en même temps, ont commencé à dégénérer dans les premiers jours de mai; vers le 28 mai, toutes les Algues de ces dernières solutions étaient mortes. Quand on emploie le nucléate de sodium, qui est facilement soluble dans l'eau, les cellules se multiplient très activement dans tout le liquide. Au contraire, si l'on se sert de l'acide nucléique lui-même, qui est insoluble dans l'eau, la poudre tombe au fond des fioles et alors l'Algue ne se développe qu'à la surface du dépôt; en outre, le développement, dans ce cas, est toujours très faible.

Toutes les cultures faites dans les solutions IV présentent, au bout de trois à quatre semaines, une quantité notable de phosphore minéral; ces solutions donnent alors avec le réactif azoto-molybdique et avec la mixture magnésienne, d'abondants précipités caractéristiques. Ainsi tandis qu'avant l'ensemencement les solutions IV contenaient par litre, en moyenne, 400^{mg} à 410^{mg} d'anhydride phosphorique sous forme de combinaison organique, j'ai trouvé dans les cultures les quantités suivantes de phosphore minéralisé :

Au bout de 41 jours dans 1000^{cm^3} de solution....... 140^{mg} P^2O^5
» 55 » » » .... 201^{mg} »

Par conséquent, dans le premier cas, l'Algue a minéralisé plus d'un tiers du phosphore organique et dans le second cas à peu près la moitié.

L'analyse de l'Algue développée dans une de mes expériences m'a donné les résultats suivants : poids de la substance sèche, 187^{mg}, contenant $28^{mg},8$ d'azote et $7^{mg},8$ de phosphore exprimé en P^2O^5. Or, il est évident que l'Algue n'a pu prendre ces deux substances qu'à l'acide nucléique de la solution.

Conclusion. — On peut conclure de ces faits que certaines Algues inférieures sont capables de désintégrer la molécule de l'acide nucléique et de minéraliser le phosphore organique de cet acide; il y a tout lieu de penser

que le dédoublement est dû à la nucléase, ferment spécifique des nucléines. D'autre part, l'azote et le phosphore nucléiques peuvent servir d'aliments à ces Algues; d'après mes expériences, il semble même que l'azote et le phosphore nucléiques sont, pendant les premiers temps, très favorables à un développement rapide et abondant, plus favorables même que le phosphore et l'azote offerts directement sous forme minérale.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la loi du minimum.* Note de M. **I. Pouget** et **D. Chouchak**, présentée par M. Th. Schlœsing fils.

Dans une Note publiée récemment [1] M. Mazé considère la *loi du minimum* comme une conception purement spéculative, les relations entre le milieu nutritif et la plante étant subordonnées à des conditions multiples qui obéissent à une loi qu'il désigne sous le nom de loi *des rapports physiologiques.*

Les expériences rapportées par M. Mazé mettent bien en évidence cette loi, mais n'infirment pas du tout celle du minimum ; ces deux lois ne sont pas d'ailleurs contradictoires.

La loi du minimum ne peut être mise en évidence que si l'un des éléments nutritifs se trouve, *pendant toute la durée des expériences*, en proportion insuffisante pour subvenir aux besoins de la plante.

Nous trouvons dans nos cahiers de recherches deux séries d'expériences qui remplissent ces conditions; elles n'avaient pas été entreprises dans le but de vérifier cette loi, consacrée par la pratique agricole; aujourd'hui qu'on la met en doute, il nous paraît utile de les publier.

Des jeunes plants de blé âgés de 3 semaines environ, et élevés jusque-là dans de l'eau distillée, sont cultivés dans des solutions nutritives contenant par litre: $0^g,25$ de phosphate dipotassique, $0^g,25$ de chlorure de potassium, $0^g,25$ de sulfate de magnésie, $0^g,5$ de sulfate de chaux, $0^g,02$ environ de chlorure ferrique et des proportions variables d'azotate de calcium.

Dans la première série on a choisi six lots de six plantes ayant sensiblement le même poids (ce poids était compris entre $1^g,230$ et $1^g,250$); les racines de chaque lot sont engagées dans un gros tube à essais communiquant par sa partie inférieure avec le récipient qui contient la solution nutritive. Un remonteur, actionné par une trompe à eau, fait circuler le liquide d'une manière continue du récipient dans le tube et réciproquement.

---

(1) *Recherches sur les relations de la plante avec les éléments nutritifs du sol. Loi du minimum et loi des rapports physiologiques* (*Comptes rendus*, 17 juin 1912, n° 25, p. 1711).

Le liquide en contact avec les racines se trouve ainsi constamment renouvelé. Tous les deux jours on le décante, on dose l'azote nitrique qu'il contient encore et on le remplace par du liquide neuf. On peut donc à la fin de l'expérience, qui a duré 22 jours, calculer l'azote absorbé et la concentration moyenne qui a réglé son absorption pendant toute sa durée.

Voici les résultats de cette première série : les concentrations indiquées représentent

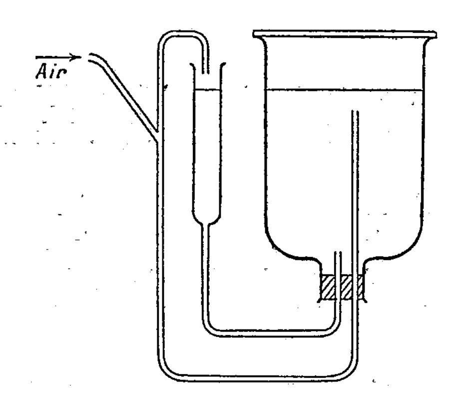


Fig. 1.

les doses d'azote nitrique en milligrammes par litre contenues dans les solutions ; l'augmentation de poids sur le témoin sans azote mesure l'influence de cet élément aux diverses concentrations.

Concentration initiale..	0 (témoin)	0mg,5	1mg	2mg	4mg	8mg
Concentration moyenne pendant la durée de l'expérience.........	0	0,43	0,87	1,65	2,76	5,1
Azote absorbé.........	0	3,29	6,82	11,7	13,7	20,1
Poids sec des plantes...	0g,364	0g,399	0g,418	0g,433	0g,414	0g,428
Augmentation de poids sur le témoin........	»	0,035	0,054	0,069	0,060	0,064

Quelques remarques s'imposent : nous avons montré ([1]) que l'absorption d'une substance nutritive est proportionnelle à la concentration de la solution, pourvu que les quantités absorbées puissent être assimilées par la plante au fur et à mesure de leur pénétration. Cette proportionnalité se trouve sensiblement réalisée pour les concentrations initiales de 0mg,5 et 1mg, mais elle ne l'est plus pour la concentration de 2mg.

Il est donc certain que, dans les conditions de nos expériences (jeunes plants de blé enracinés dans l'eau), une concentration initiale de 2mg par

([1]) *Comptes rendus*, 17 juin 1912, n° 25, p. 1709.

litre (ou une concentration moyenne de 1^{mg},65) suffit pour provoquer une absorption plus que suffisante pour satisfaire aux besoins de la plante : celle-ci commence à faire des réserves. A partir de cette concentration, l'élément azoté est absorbé en trop grande quantité pour que la loi des rapports physiologiques soit satisfaite, et les concentrations plus grandes, au lieu d'être utiles, sont nuisibles, comme dans les expériences de M. Mazé.

Pour les concentrations initiales plus petites que 2^{mg}, c'est l'inverse qui

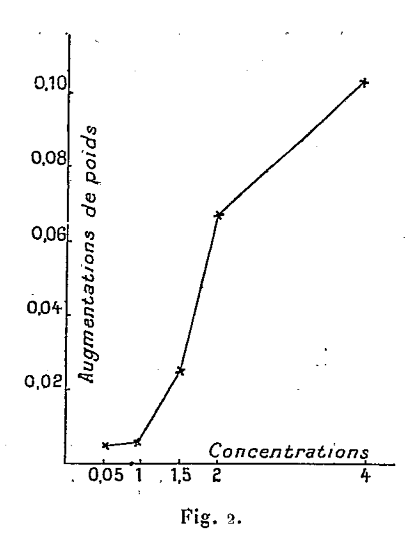


Fig. 2.

a lieu : l'azote est en déficit, *l'augmentation de poids est d'autant plus petite que ce déficit est plus grand, c'est-à-dire que la concentration est plus petite :* la loi du minimum se trouve donc vérifiée.

La seconde série d'expériences a été faite dans des conditions semblables, les concentrations seules différaient, la concentration maxima était de 4^{mg} par litre; on n'a pas dosé l'azote absorbé, on s'est borné à peser les récoltes après 10 jours d'expérience; on a obtenu ainsi :

Concentration initiale	0 (témoin)	0^{mg},5	1^{mg},0	1^{mg},5	2^{mg},0	4^{mg},0
Poids sec des récoltes	0^{g},286	0^{g},290	0^{g},291	0^{g},311	0^{g},353	0^{g},390
Augmentation de poids sur le témoin	»	0,004	0,005	0,025	0,067	0,104

Ici encore la loi du minimum se trouve vérifiee.

En représentant graphiquement ces résultats on obtient le diagramme ci-dessus (*fig.* 2), dont l'allure générale rappelle celle de la courbe qui

relie l'absorption d'une substance nutritive quelconque à la concentration de la solution.

Ces résultats et surtout les derniers montrent bien que la loi du minimum n'est pas une conception spéculative, elle joue d'ailleurs un rôle très important en grande culture : il suffit, pour s'en convaincre, de se rappeler que dans les régions sèches la récolte est sous la dépendance *immédiate* des réserves d'humidité que le sol a pu faire et qu'on a su lui conserver.

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'ablation du pancréas chez l'aigle pygargue* (Haliætus albicilla). Note de M. **J. Giaja**, présentée par M. Dastre.

Chez divers oiseaux domestiques (pigeon, canard, poulet), l'ablation du pancréas n'est pas suivie des troubles caractéristiques qu'on observe chez le chien et d'autres mammifères, notamment l'hyperglycémie et la glycosurie; au contraire dans les cas, très peu nombreux du reste, de dépancréatisation d'oiseaux de proie, on a observé le passage de sucre réducteur dans l'urine. Ainsi Weintraub l'a observé chez le faucon et Langendorff chez l'épervier peu de temps après l'ablation du pancréas chez ces oiseaux. On est par cela amené à faire une distinction entre les oiseaux granivores et les oiseaux carnivores au point de vue de la physiologie du pancréas. Cette distinction, au point de vue d'une fonction qui ne semble avoir aucune relation avec le mode d'alimentation, est d'autant plus curieuse que le passage du sucre dans l'urine, à la suite de l'ablation du pancréas, a été observé chez des animaux éloignés les uns des autres dans l'échelle zoologique : le chien, la grenouille, la torpille, etc. Aussi est-il possible que cette différence observée chez les oiseaux tient plutôt à quelque cause secondaire qu'à une différence essentielle du rôle du pancréas dans le métabolisme des hydrates de carbone chez différents oiseaux. J'ai entrepris des recherches sur cette question et sur la glycémie en général chez les oiseaux. Dans cette Note, je me bornerai à relater quelques observations que j'ai faites chez un aigle pygargue privé de son pancréas.

Il s'agit d'un aigle âgé de 2 ans environ et depuis un an au laboratoire, en parfait état de santé, pesant 2^{kg} environ. L'urine de cet aigle (recueillie dans le cloaque après un jeûne préalable de 18 heures) a été examinée de temps en temps pendant le séjour de cet oiseau au laboratoire et pas une seule fois il ne fut trouvé trace de sucre réducteur. Enfin, après un jeûne de 24 heures, l'aigle fut opéré. Après l'avoir anesthésié à l'éther, l'anse intestinale contenant le pancréas fut sortie par une incision longitudi-

nale de la paroi abdominale à droite de la ligne médiane. Après ligature des vaisseaux du pancréas, en respectant autant que possible la circulation de l'anse intestinale, la glande fut complètement extirpée (1). L'urine trouvée dans le cloaque immédiatement après l'opération ne contenait pas trace de sucre réducteur. Il en fut de même pour l'urine trouvée 2 heures après l'opération. Ce n'est que 4 heures après l'opération que le sucre apparaît dans l'urine. On le retrouve dans l'urine après 13 et 16 heures. L'urine déféquée au nitrate mercurique avait une teneur en sucre réducteur, calculé en glucose, de 1g pour 100 environ. L'ablation du pancréas a donc incontestablement provoqué le passage de sucre réducteur dans l'urine, car celui-ci, comme je l'ai dit, n'avait pas été trouvé une seule fois chez l'oiseau avant l'opération. Cette glycosurie, quoique nettement positive, ne saurait être traitée d'intense en tenant compte de la teneur de l'urine en sucre et de la quantité d'urine secrétée. Elle cessa même complètement à la 17e heure après l'opération. L'urine recueillie à ce moment, traitée au nitrate mercurique, ne contenait plus trace de sucre réducteur.

Quelques instants plus tard, on fit une prise de sang pour déterminer la glycémie. Cette saignée amena dès le début de l'oppression, et l'animal mourut après avoir donné 12$^{cm^3}$ de sang. Traité par le nitrate mercurique, d'après les indications de Bierry et Portier (2), ce sang contenait 4g,5 par litre de sucre réducteur évalué en glucose par la méthode de Mohr-Bertrand. Il y avait donc forte hyperglycémie atteignant presque la plus forte teneur en sucre réducteur du sang du chien dépancréaté.

Quoique n'ayant pas eu l'occasion de doser le sucre du sang chez l'aigle normal, il est probable que sa glycémie ne dépasse guère 2g de glucose par litre de sang, moyenne que j'ai trouvée chez d'autres oiseaux. Toutefois, il faut remarquer que le sang d'oiseau contenant 4g,5 de sucre réducteur pour 1 000 est moins hyperglycémié que ne l'est le sang de chien ayant la même teneur en sucre, vu la différence qui existe entre la glycémie normale de l'oiseau et celle du chien. Aussi est-il logique d'admettre que le rein des oiseaux oppose une barrière rénale plus élevée au sucre du sang que ne le fait le rein du chien.

---

(1) En comparaison avec le poulet on est frappé des faibles dimensions du pancréas de l'aigle. Tandis que le pancréas du poulet pèse environ 8g, celui de l'aigle en question ne pesait guère plus de 1g,5. De même, chez un vautour de 6kg,600, le pancréas avait à peu près les dimensions de celui d'un poulet adulte. Par contre, chez l'épervier et le chat-huant, le pancréas est bien développé.

(2) Bierry et Portier, *Sur le dosage du sucre dans le sang* (*Comptes rendus Soc. de Biol.*, t. LXVI, p. 577).

PHYSIOLOGIE. — *Sur la charge électrique des globules rouges du sang.* Note (¹) de M. **Pierre Girard**, présentée par M. Dastre.

On sait que les globules rouges du sang portent une charge électrique. Cette charge est négative dans le sérum, dans les solutions isotoniques de sucre et, ajoutent les auteurs [Häber (²) notamment], dans les solutions des différents sels neutres.

Cette affirmation est, comme on va le voir, trop générale. En outre on ne trouve pas, dans la bibliographie de la question, d'indications relatives à la densité électrique de cette charge.

Cette densité doit jouer pourtant, dans les échanges entre le globule et son milieu, un rôle important; d'autres phénomènes, comme l'agglutination des globules, en dépendent aussi (en même temps qu'ils dépendent des forces de cohésion qui s'exercent entre les globules et entre ceux-ci et les molécules environnantes).

Ce n'est donc pas seulement le sens du déplacement du globule dans un champ défini, par rapport à la liqueur où il est suspendu, mais aussi la vitesse de ce déplacement, en tenant compte de la viscosité du milieu, qu'il convient d'observer.

De telles déterminations sont délicates : il faut éluder la cataphorèse, amortir les mouvements de convection, annuler ou réduire au minimum l'électrolyse, dont les produits en diffusant modifieraient profondément la réaction du milieu; enfin utiliser une région du champ dont les lignes de force parallèles entre elles aient une direction définie.

La petite cuve à faces parallèles de M. Jean Perrin nous a donné, avec les solutions isotoniques de saccharose et avec le sérum, de bons résultats; avec les solutions de sels neutres, l'électrolyse, extrêmement faible d'ailleurs, mais non complètement évitable, entraînait de légers mouvements de convection rendant impossible une détermination rigoureuse des vitesses de déplacement. Nous avons dû nous contenter de valeurs approchées. Dans un champ de 0,7 volt par centimètre, à la température de 20° centigrades, nous observâmes que les globules se déplaçaient avec une vitesse de :

(¹) Présentée dans la séance du 16 juillet 1912.

(²) Häber, *Pflüger's Archiv*, t. CI et CII, 1904.

1^{mm} en 3 secondes dans les solutions isotoniques de saccharose;
1^{mm} en 18 secondes dans les solutions isotoniques de NaCl;
1^{mm} en 25 secondes dans le sérum.

Nous trouvâmes dans les solutions isotoniques de Na^2SO^4 et $BaCl^2$ des mobilités de l'ordre de celles enregistrées pour Na Cl.

Le rapport des viscosités de la solution de saccharose et de la solution isotonique de Na Cl est égal à 1,91; même en tenant compte de la valeur approchée des mobilités trouvées dans les solutions de sels neutres, la densité électrique des globules dans la solution de sucre n'en reste pas moins considérablement plus grande.

De prime abord, il peut sembler surprenant que ce soit précisément dans la solution non électrolyte que la paroi des globules présente le maximum de charge. Mais on peut rapprocher ce résultat de cet autre que nous avons obtenu : si l'on sépare par une membrane en gélatine une solution électrolytique (de HCl dilué par exemple), capable de polariser celle-ci conformément au mécanisme que nous avons décrit par ailleurs [1], d'une autre solution d'un sel neutre isotonique à la première, la polarisation de la membrane est petite dans ces conditions; si l'on substitue à la solution de sel neutre une solution isotonique de saccharose, glucose, mannite, etc., la polarisation de la membrane devient de 5 à 8 fois plus grande.

Le rapport de la viscosité du sérum à celle de la solution isotonique de Na Cl est de 2,7. La densité électrique des globules dans le sérum resterait donc supérieure à ce qu'elle est dans Na Cl.

La triple valence de l'ion métallique des sels de terres rares (dont les solutions sont rigoureusement neutres) donnait à penser que les solutions isotoniques de tels sels pourraient profondément modifier la charge électrique des hématies; le nitrate de lanthane que nous avons utilisé inverse, en effet, le signe de cette charge qui devient positive.

L'addition de Na Cl à une solution de nitrate de lanthane où les globules se montrent positifs, fait reparaître la charge négative.

Nous sommes donc maîtres de faire varier à notre gré la densité de la charge des globules, en choisissant des solutions rigoureusement neutres qui laissent les globules intacts, ne les laquent point, n'altèrent point par suite vraisemblablement leur paroi; nous pouvons commencer par des charges négatives maximales dans les solutions isotoniques de saccharose (ou de glucose, etc.); diminuer progressivement la densité jusqu'au

---

[1] Voir notamment *Revue générale des Sciences*, 30 août 1909 et 31 mars 1911.

voisinage de la neutralité où les globules s'agglutinent; enfin, inverser le signe.

PHYSIOLOGIE. — *Toxicité des sels minéraux dans le liquide céphalo-rachidien.* Note de M. **Jean Camus**, présentée par M. Dastre.

J'ai étudié comparativement la toxicité d'un assez grand nombre de sels minéraux injectés en solutions dans le liquide céphalo-rachidien de lapins. L'injection a été faite entre l'atlas et l'occipital; on retirait 1^{cm^3} de liquide céphalo-rachidien et l'on injectait une quantité équivalente d'une solution du sel à étudier.

Chaque sel a fait l'objet de plusieurs expériences, de manière à obtenir approximativement, par une série de tâtonnements, la dose mortelle.

Les résultats de ces recherches sont résumés dans les deux Tableaux suivants; les sels étudiés y sont groupés en sulfates et en chlorures.

Sulfates.

Formule du sel.	Poids moléc. du sel.	Poids atomique du métal.	Poids mortel du sel en milligr.	Poids mortel du sel anhydre.	Poids mortel du métal.	Dose nouvelle évaluée en cent. cubes de solution normale du sel anhydre.	Dose nouvelle évaluée en solution centinormale.
			mg	mg	mg	cm³	cm³
$Na^2SO^4 10Aq$.	322,4	23	20	8,80	2,81	0,061	6,1
$MgSO^4 7Aq$..	246,6	24,36	15	7,20	1,44	0,059	5,9
K^2SO^4......	174,4	39,15	5	5	2,24	0,028	2,8
$MnSO^4 7Aq$..	277,2	55	7	3,78	1,87	0,025	2,5
$FeSO^4 7Aq$..	278	55,9	1,5	0,82	0,3	0,0053	0,53
$ZnSO^4 7Aq$..	287,6	65,4	0,75	0,42	0,16	0,0026	0,26
$CuSO^4 5Aq$..	249,7	63,6	0,12	0,075	0,03	0,00046	0,046
$CdSO^4 4Aq$..	280,6	112,4	0,12	0,088	0,046	0,00042	0,042
Ag^2SO^4.....	311,9	107,93	0,07	0,07	0,048	0,00022	0,022

Chlorures.

Formule du sel.	Poids moléc. du sel.	Poids atomique du métal.	Poids mortel du sel en milligr.	Poids mortel du sel anhydre.	Poids mortel du métal.	Dose nouvelle évaluée en cent. cubes de solution normale du sel anhydre.	Dose nouvelle évaluée en solution centinormale.
			mg	mg	mg	cm³	cm³
NaCl	58,5	23	75	75	29,5	1,28	128
CsCl	168,5	132,9	15	15	11,7	0,089	8,9
$MgCl^2$6Aq ..	203,4	24,36	15	6,90	1,72	0,072	7,2
KCl	74,6	39,15	5	5	2,60	0,067	6,7
$LiCl^2$2Aq ...	78,5	7,93	5	2,7	0,43	0,063	6,3
$SrCl^2$6Aq ...	266,5	87,6	15	8,85	4,86	0,056	5,6
RbCl	120,9	85,1	5	5	3,5	0,041	4,1
$CaCl^2$6Aq ...	219	40,1	5	2,5	0,90	0,022	2,2
$FeCl^6$	324,7	55,9	2,25	2,25	0,77	0,0067	0,67
$TlCl^3$Aq	328,5	204,1	1,5	1,44	0,93	0,0046	0,46
$AuCl^3$2Aq ..	339,6	197,2	0,7	0,6	0,38	0,002	0,20
$HgCl^2$	271,2	200	0,6	0,6	0,43	0,0021	0,21
$PdCl^2$2Aq ...	219,9	106,5	0,33	0,27	0,16	0,0015	0,15
$BaCl^2$2Aq ...	244,3	137,4	0,07	0,06	0,039	0,00028	0,028

En examinant ces deux Tableaux, il est facile de se rendre compte que la toxicité n'est pas en rapport avec le poids moléculaire du sel. Dans le Tableau des sulfates, la toxicité suit régulièrement les poids atomiques des métaux, mais n'est nullement proportionnelle à eux; dans le Tableau des chlorures, il n'y a aucun rapport entre la toxicité et le poids atomique des métaux.

On pourrait croire que ce qui commande la toxicité, c'est le poids du métal injecté; or, sous forme de sulfate, le sodium tue à la dose de $2^{mg},8$ et sous forme de chlorure il en faut dix fois plus : $29^{mg},5$. Cette différence n'est pas expliquée par la toxicité particulière du chlore et du soufre, ainsi qu'on peut le voir en considérant la toxicité du chlorure de magnésium et du sulfate de magnésium ou du chlorure de potassium et du sulfate de potassium. Ce qui intervient dans la toxicité, ce ne sont donc pas les matériaux constituants de la molécule envisagés isolément, mais la molécule elle-même. C'est d'après le nombre des molécules injectées ou, ce qui revient au même, d'après la quantité des solutions équimoléculaires injectées qu'il convient d'établir l'échelle des toxicités. Si nous employons ce mode de classification de la toxicité, nous voyons, dans notre Tableau des sulfates, que les sels les plus rares sont les plus toxiques et que les moins rares sont les

moins toxiques. Cette constatation est conforme à celle que faisait récemment Ch. Richet en étudiant les actions toxiques des sels minéraux sur le bacille lactique.

Notre Tableau des chlorures répond dans son ensemble à cette règle et, considérant ces deux Tableaux, on voit que le cadmium est cinq fois plus toxique que le zinc, le cuivre douze fois plus toxique que le fer, le rubidium une fois et demie plus que le potassium, le thallium quinze fois plus toxique que le potassium, etc. Mais plusieurs exceptions sautent aux yeux. On est choqué, par exemple, de trouver le baryum à la fin du Tableau de toxicité des chlorures; à vrai dire, on pourrait répondre que si le baryum est peu rare dans la nature, la molécule de chlorure de baryum y est par contre fort rare, car partout la présence de sulfate transformerait ce sel en sulfate de baryum. Il n'en est pas moins vrai que, pour plusieurs autres sels, la toxicité ne semble pas proportionnelle à la rareté, sans que nous soyons capables de fournir une explication valable du rang qu'ils occupent dans l'échelle des toxicités.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la non-existence des lécithines libres ou combinées dans le jaune d'œuf et dans les structures biologiques.* Note de **M. N.-A. Barbieri.**

Les corps gras se divisent en deux groupes : 1° corps gras glandulaires ou *lipoïdes*; 2° corps gras non glandulaires ou *somatiques*.

Ces derniers, formés de tristéarine et d'oléostéarine, sont insolubles dans l'alcool. Les corps gras glandulaires, solubles dans l'alcool, formés de tripalmitine et d'oléopalmitine, renferment, à l'état de simple solution, des principes azotés (chromatines) et des principes phosphatés (phosphates alcalins) qu'on peut séparer facilement sans altérer la constitution de ces corps gras. Le jaune d'œuf contient à la fois ces deux groupes de corps gras. La tristéarine et l'huile d'œuf, insolubles dans l'alcool, sont séparés selon la manière indiquée [1]. Le mélange soluble dans l'alcool, constitué de tripalmitine, d'oléopalmitine, d'ovochromine [2] et de métaphosphates alcalins, est plus généralement connu sous le nom de *lécithine*.

---

[1] *Comptes rendus*, 8 juillet 1907.

[2] *Comptes rendus*, 17 juin 1912.

La prétendue lécithine, préparée pure, comme il a été dit (¹) fond à 150° sans s'altérer, tandis que l'acide glycérophosphorique à 100° se dédouble en glycérine et acide phosphorique. 100g de lécithine donnent 7g,982 de cendres, dont 7g,634 de cendres solubles (Ph, 21 pour 100; Ca, Na, K, Mg) et 0g,348 de cendres insolubles (Fe, 0,09; Ph, Si, Al?). Trois méthodes, l'une chimique, l'autre physique, la troisième physiologique, permettent d'établir que la prétendue lécithine (C, 69,95; H, 11,18; N, 3,63; Ph, 2,40; S, 0,53; Fe, 0,09; O, 12,22; cendres, 8,19 pour 100) est un mélange de principes différents (²).

I. *Méthode chimique.* — Un corps gras soumis à l'hydrolyse, à l'alcoolyse, à la chloroformolyse acide (H^2SO^4, 5-10 pour 100) pendant 5 heures au bain-marie, ne fournit pas la moindre trace de glycérine, mais il cède à la solution acide les principes azotés (chromatines) et les phosphates qu'il pouvait tenir en solution ou suspension.

100g de la prétendue lécithine sont soumis pendant 5 heures au bain-marie à l'hydrolyse chlorhydrique (eau, 1000cm³; HCl, 2cm³). 3l d'eau et 6cm³ de HCl suffisent pour décolorer 100g de cette lécithine. Les corps gras ainsi privés de la presque totalité de l'azote et du phosphore, débarrassés de HCl par lavages à l'eau chaude, donnent par cristallisations fractionnées dans l'alcool méthylique de la tripalmitine (p. f. 59°) et de l'oléopalmitine. Le mélange lécithinique est plus rapidement décoloré s'il est soumis pendant 5 heures au bain-marie à l'alcoolyse sulfurique (HSO^4, 10 pour 100). *Il n'y a pas formation de la moindre trace de glycérine ou d'acide glycérophosphorique.* Les corps gras, dès lors, presque entièrement privés de l'azote et du phosphore, se dédoublent par saponification potassique (KHO, 60g; alcool, 1000cm³ environ) en glycérine et acides gras selon les rapports théoriques.

II. *Méthode physique.* — 200g de lécithine dissous dans l'éther abandonnent, par dialyse éthérée (³), à l'eau placée dans le dialyseur, les métaphosphates alcalins et l'ovochromine, et dans le dialyseur il ne reste plus que la tripalmitine (p. f. 59°) et l'oléopalmitine.

III. *Méthode physiologique.* — 500g de la prétendue lécithine dissous dans 1500cm³ d'alcool méthylique à 95°, additionnés d'eau jusqu'à l'apparition d'un léger trouble, sont refroidis à 0°. Il se forme un précipité visqueux, qui, séparé par décantation de la solution hydro-méthylique, est complètement dissous dans l'éther (A). L'alcool méthylique est distillé; le résidu liquide, repris par l'éther, se divise en deux

---

(¹) *Comptes rendus*, 8 juillet 1907.

(²) Lécithine officinale α (p. f. 150°) : C, 68,15; H, 11,75; N, 2,85; Ph, 2,45; S, 0,33; O, 14,47; Cendres, 6,88; Fe.

Lécithine officinale β (p. f. 130°) : C, 66,42; H, 11,25; N, 2,91; Ph, 2,71; S, 0,38; O, 16,33; Cendres, 7,11; Fe.

(³) *Comptes rendus*, 1er août 1910.

couches, l'une inférieure *a* aqueuse, fortement colorée en jaune, et l'autre supérieure *b* éthérée. Ces deux couches sont séparées à l'aide de la boule à décantation; la couche *b* est ajoutée à la solution éthérée A et la couche *a* forme la fraction aqueuse B.

L'éther de la solution A est distillé, le résidu est dissous dans l'alcool méthylique. Sur cette solution méthylique, ainsi que sur les solutions méthyliques successives, on répète l'opération ci-dessus indiquée, jusqu'à ce que la dernière solution méthylique refroidie à 0° donne un précipité huileux, qui séparé par décantation, dissous dans l'éther, forme la fraction éthérée A'. L'alcool méthylique de la dernière solution hydrométhylique, privé du précipité huileux, est distillé; le résidu repris par l'éther donne les deux couches décrites, dont l'éthérée est ajoutée à la fraction A' et l'aqueuse à la à la fraction B. Ainsi le mélange lécithinique, soumis à ces lavages réitérés à l'eau distillée dans un milieu méthylique, donne deux fractions bien distinctes : l'une A' éthérée, l'autre B aqueuse.

Pour enlever à la solution éthérée A' ce qui reste encore de phosphore et d'azote, il faut à chaque volume de la solution éthérée A' ajouter encore 20 autres volumes d'éther. Il se forme ainsi un précipité, insoluble dans l'éther (Ph, 3,48 pour 100), constitué d'ovochromine et de métaphosphates qu'on sépare par filtration. L'éther de la fraction A' ainsi privé des dernières traces de phosphates et d'ovochromine est distillé. Le résidu (Ph, 0,12 pour 100, et traces minimes d'azote) est repris par l'alcool méthylique absolu. Il se dépose de la tripalmitine (p. f. 59°) : C, 76,30; H, 11,80; O, 11,90; et de l'oléopalmitine soluble dans l'alcool : C, 76,10; H, 12,05; O, 11,85. Ces corps gras se dédoublent par la saponification potassique en acide gras et glycérine. La fraction aqueuse B (Ph, 4,98 pour 100) abandonnée à l'étuve à 37° laisse un résidu solide, insoluble dans l'alcool (absence de glycérine) qui est formé d'ovochromine et des cristaux de métaphosphates alcalins, séparables par polydialyse.

Si l'on soumet à la saponification potassique 200g d'ovovitelline pure, on ne trouve pas la moindre trace de glycérine et d'acide gras, ce qui prouve la non-existence des lécithines combinées. La méthode suivie pour la séparation physiologique des principes contenus dans le jaune d'œuf, concorde avec les évolutions morphologiques et la migration physiologique des principes séparés. L'ovovitelline dépourvue de corps gras se retrouve dans l'estomac de poulet et servira à la nutrition du poulet pendant les deux premiers jours. La paravitelline formera partie intégrante des albumines solubles et circulantes. L'ovine, qui se rapproche de la cérébroïne, se fixera avec la cholestérine dans le tissu nerveux. L'ovochromine prendra part à la formation de la matière colorante du sang, de la bile, et peut-être de la substance grise nerveuse. La tristéarine et l'huile d'œuf formeront les corps gras somatiques; la tripalmitine et l'oléopalmitine, les lipoïdes. Le chlorure de sodium et les phosphates solubles constitueront en partie les liquides interstitiels, les phosphates insolubles le squelette du poulet.

CHIMIE PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Variation du pouvoir abiotique des rayons ultraviolets avec leur longueur d'onde.* Note de Mme et M. **Victor Henri**, présentée par M. Dastre.

Le pouvoir abiotique des rayons ultraviolets est particulièrement intense pour les rayons au-dessous de $\lambda = 3000$ u. Å.; S. Bang avait montré en 1905 que, pour les rayons de l'arc au charbon de 30 ampères, le pouvoir bactéricide passe par un maximum pour $\lambda = 2500$ u. Å., les rayons plus courts agissant moins fortement. Ce résultat pouvait s'interpréter ou bien par la faiblesse des rayons de courte longueur d'onde dans le spectre de l'arc, ou bien par l'existence réelle d'un optimum de sensibilité des organismes pour les rayons de $\lambda = 2500$.

Pour étudier cette question, nous avons choisi trois sources de rayons : 1° étincelle condensée de magnésium donnant des raies intenses seulement jusqu'à 2777; 2° arc au mercure en quartz, qui donne beaucoup de raies intenses entre 2805 et 2302; 3° étincelle condensée de cadmium, qui présente d'une part les raies intenses 2749 et 2573 et, d'autre part, une série de raies fortes entre 2329 et 2144.

Afin de séparer l'action des différentes régions de l'ultraviolet, nous avons interposé, entre la source et l'émulsion de coli, des écrans qui arrêtent des portions plus ou moins grandes du spectre ultraviolet. La transparence de ces écrans aux rayons de différentes longueurs d'onde a été déterminée quantitativement par la photométrie de spectrogrammes faits avec ces écrans.

Nous donnons, dans le Tableau suivant, la liste des raies ultraviolettes des trois sources employées et les proportions en pour 100 de l'énergie transmise par les écrans suivants : viscose, $0^{mm},06$; lamelle de verre, $0^{mm},14$; acétate de cellulose, $0^{mm},05$; solution d'acétone à 5 pour 100 sous 5^{mm} d'épaisseur; solution d'acétone à 10 pour 100 et lame de verre de $0^{mm},70$.

			Proportions d'énergie transmises par les écrans de :						
						Acétone			
Magnésium.	Mercure.	Cadmium.	Viscose : $0^{mm},06$.	Verre : $0^{mm},14$.	Acétate de cellulose : $0^{mm},05$.	5 p. 100 : 5^{mm}.	10 p. 100 : 5^{mm}.	Verre : $0^{mm},70$.	Coefficient d'extinction du protoplasma.
»	3663; 55; 50	»	40	100	60	100	100	100	»
»	»	3611	30	100	50	100	100	100	0,54
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
»	»	3466; 04	30	75	40	100	100	75	»
3337; 32; 30	3342	»	25	75	30	80	60	70	»
»	»	3251	20	75	30	70	50	70	1,08
»	3132; 26	»	12	75	25	70	50	50	1,8
3106	»	»	12	70	20	70	50	25	2,3
3097; 93	»	»	12	70	20	70	50	25	2,7
»	»	3085	12	70	20	70	50	25	6
»	3024; 22	»	12	60	20	34	12	12	13
»	»	2981	10	35	17	12	1,4	6	23
»	2967	»	»	»	»	»	»	»	27
2937; 29; 16	2926	»	8	25	12	0,3	0	2,5	54
»	2894	2881	8	17	5	0	0	0,3	80
2852	2857	»	»	»	»	»	»	»	90
»	»	2837	7	17	3	0	0	0,1	106
»	2820	»	7	17	3	0	0	0,1	»
2803	2805	»	»	»	»	»	0	0	110
2798; 96; 91	2799	»	»	»	»	»	0	0	»
2783; 80; 78; 77	»	»	7	13	2,5	0	0	0	»
»	2760	»	»	»	»	0	0	0	106
»	2753	2749	7	10	2,5	0	0	0	»
»	2699	»	»	»	»	0	0	0	90
2659	2655; 54; 52;	»	6	2	0	0	0	0	80
»	2603	»	6	0,3	0	0	0	0	70
»	2577	2573	6	0,1	0	0	0	0	63
»	2537; 35	»	»	»	0	0	0	0	54
»	2483; 64	»	5	0	0	0	0	0	63
»	2447	»	4	0	0	0	0	0	90
»	2399; 78	»	3	0	0	0,3	0	0	140
»	2353; 46	»	3	0	0	2	0	0	300
»	2323	2329; 21	2,5	0	0	2	0	0	424
»	»	2313	2,5	0	0	4	0,1	0	560
»	2302	2307	2,5	0	0	4	0,2	0	560
»	»	2288	2,5	0	0	5	0,2	0	860
»	2262	2265	2,5	0	0	12	1,4	0	1080
»	»	2240	2,0	0	0	15	2,2	0	1200
»	2225	2225	2,0	0	0	17	3	0	1400
»	»	2195	1,5	0	0	20	4	0	1600
»	»	2144	0	0	0	25	6	0	2660

La dernière colonne du Tableau contient les valeurs du coefficient d'extinction du blanc d'œuf qui a été pris comme prototype de protoplasma. Ce coefficient d'extinction ε a été calculé d'après la formule $\mathfrak{I}' = \mathfrak{I}.10^{-\varepsilon d}$ où d est l'épaisseur exprimée en centimètres.

On voit que l'acétone présente une bande d'absorption entre 2900 et 2400, il laisse donc passer les rayons de $\lambda > 2900$ et les rayons au-dessous de 2400; la lame de verre de $0^{mm},70$ arrête l'ultraviolet à partir de 2900; par conséquent la différence entre l'action abiotique à travers l'acétone et celle à travers la lame de verre exprime l'action qui correspond aux rayons de $\lambda < 2400$. Or on trouve que pour l'étincelle de cadmium, si l'on représente par 100 le pouvoir abiotique à travers un écran de quartz, ce pouvoir est égal à 16 à travers un écran d'acétone à 5 pour 100 et est inférieur à 0,1 à travers la lame de verre de $0^{mm},70$. D'autre part la mesure de la transparence montre que l'acétone laisse passer 4 pour 100 de l'énergie des rayons 2313 et 2307; 12 pour 100 de 2265; 15 pour 100 de 2240; 17 pour 100 de 2225; 20 pour 100 de 2195 et 25 pour 100 de 2144; par conséquent, la valeur 16 du pouvoir abiotique correspond bien en moyenne à la proportion de l'énergie des rayons ultraviolets extrêmes qui passent à travers l'écran d'acétone.

Nous donnons dans le Tableau suivant les valeurs des pouvoirs abiotiques des rayons des trois sources à travers les différents écrans :

Écrans.	Cd.	Mg.	Hg.
Quartz	100	100	100
Viscose, $0^{mm},06$	8	30	25
Acétone, 5 pour 100, 5^{mm}	16	0,5	»
Acétone, 10 pour 100, 5^{mm}	4	»	»
Lamelle de verre, $0^{mm},14$	2	30	12
Acétate de cellulose, $0^{mm},05$	$< 0,5$	25	1,2
Lame de verre, $0^{mm},70$	$< 0,1$	$< 0,2$	$< 0,1$

La discussion de ces nombres, comparés avec ceux du premier Tableau, montre que *le pouvoir abiotique des rayons ultraviolets augmente continuellement lorsque la longueur d'onde diminue*. Il n'y a donc pas lieu d'admettre l'existence d'un optimum.

Nous avons comparé le pouvoir abiotique avec l'absorption des différents rayons ultraviolets par le protoplasma, dont le prototype le plus simple est le blanc d'œuf. Les nombres de la dernière colonne du premier Tableau montrent que l'absorption croît excessivement vite pour les rayons au-dessous de 2400 u.Å.

Nous trouvons qu'il y a un parallélisme absolument remarquable entre l'absorption par l'albumine et le pouvoir abiotique, de sorte qu'on peut énoncer cette loi générale que *le pouvoir abiotique des rayons ultraviolets est proportionnel au coefficient d'absorption du protoplasme.*

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Mécanisme de l'arrêt des diastases par filtration.* Note (1) de M. **Maurice Holderer**, présentée par M. E. Roux.

Dans mes recherches antérieures (2) sur la filtration des diastases sur bougies Chamberland F, j'obtenais en général des filtrats actifs en alcalinisant les solutions avant la filtration. Au contraire, les solutions neutres ou acides au méthylorange donnaient des filtrats inactifs.

Par quel mécanisme ces diastases étaient-elles retenues lors de la filtration? Est-ce par un phénomène de criblage des micelles des colloïdes diastasiques, ou bien par une affinité des micelles pour la porcelaine, c'est-à-dire par une teinture? Les résultats obtenus par l'addition d'albumine sur la filtrabilité des diastases m'ont démontré que c'est la dernière explication qu'il faut adopter (3).

A une solution de sucrase d'*Aspergillus niger*, obtenue par macération du mycélium sur de l'eau distillée, on ajoute 10 pour 100 de blanc d'œuf frais. Cette addition ralentit le débit du filtre. On pourrait donc aussi s'attendre à une espèce de colmatage de la bougie empêchant toute filtration des diastases. Il n'en est rien : non seulement la sucrase n'est pas arrêtée si la solution est neutre à la phénolphtaléine, mais même à la neutralité au méthylorange la sucrase traverse la bougie. Il en est de même aux réactions intermédiaires, notamment à celle correspondant à l'optimum de coagulation du blanc d'œuf. Toujours, en présence d'albumine, l'activité diastasique du filtrat présente près de 100 pour 100 de celle du liquide initial, tandis que sans albumine, et exactement à la même réaction (neutre ou acide au méthylorange), on n'a qu'un filtrat d'une activité de 4 pour 100 et même moins de celle du liquide initial.

Une addition de 1 pour 100 de peptone en poudre (Chapoteaut) produit le même effet que l'albumine.

---

(1) Présentée dans la séance du 16 juillet 1911.

(2) *Comptes rendus*, t. 150, 1910, p. 285 et 790.

(3) Une partie des résultats de cette Note a été publiée : *Recherches sur la filtration des diastases* (*Thèse pour les Sciences physiques*, Paris, 1911).

D'après ce qui précède, la grosseur des micelles ne paraît pas intervenir dans la filtrabilité des diastases; toutes les fois qu'une diastase est retenue par une bougie, nous nous trouvons certainement en présence d'un phénomène de teinture. En milieu neutre à la phénolphtaléine cette teinture ne se fait pas, tandis qu'elle a lieu en réaction plus acide, à moins qu'il y ait de l'albumine dans la solution. *Cette albumine se fixe sur la porcelaine, dont elle sature l'affinité et empêche ainsi la diastase d'être fixée à son tour par le même mécanisme.*

Mais alors il suffirait d'enduire au préalable une bougie avec de l'albumine pour que la sucrase puisse traverser la bougie?

Du blanc d'œuf dilué de 3^{vol} d'eau est filtré soigneusement sur une toile métallique, puis sur papier. On l'acidifie légèrement au méthylorange avec HCl et l'on aspire environ 15^{cm^3} à travers une bougie Chamberland F. *Cette bougie, ainsi préparée, laisse traverser aisément la sucrase, même en solution acide.* J'ai eu le même résultat avec l'émulsine de la même moisissure.

Une autre preuve de la teinture de la bougie par l'albumine est fournie par les variations de la teneur en azote du filtrat quand on prolonge la filtration. Les premières portions de filtrat (1) sont pauvres en azote et de faible pouvoir diastasique. La teneur en azote augmente ensuite et, avec elle, l'activité diastasique. Comme l'on sait, les solutions étendues de toxines se comportent de même.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *La réversibilité des actions fermentaires. Influence de la dilution de l'alcool éthylique sur l'action synthétisante de l'émulsine dans ce véhicule.* Note de MM. **Em. Bourquelot** et **Marc Bridel**, présentée par M. Jungfleisch.

Depuis que l'attention a été appelée sur le fait que la réaction hydrolytique provoquée par un enzyme sur un composé déterminé s'arrête avant que ce composé soit entièrement hydrolysé, de nombreuses recherches ont été entreprises dans le but d'étudier et d'expliquer cet arrêt.

L'opinion la plus généralement adoptée est que toute action hydrolysante d'origine fermentaire est réversible, ce qui permet de concevoir que tout processus enzymolytique tend, comme tout processus d'éthérification, vers une limite qui peut d'ailleurs varier avec les conditions de l'expérience.

(1) Ces expériences ont été faites avec de l'extrait de malt à 10 pour 100.

La meilleure preuve de l'existence de cette réversibilité eût été d'obtenir, à l'aide d'un ferment, la reconstitution d'un composé avec les principes que ce ferment sépare en hydrolysant celui-ci; d'obtenir, par exemple, avec l'invertine, la reconstitution du saccharose en la faisant agir sur un mélange de glucose et de lévulose.

A. Croft Hill, d'abord, et, à sa suite, d'autres expérimentateurs ont fait, dans cet ordre d'idées, des recherches dont les résultats, pour intéressants qu'ils soient, n'ont pas paru, aux yeux de quelques chimistes, apporter la preuve définitive de la réversibilité. Ainsi, pour rester dans le domaine des disaccharides et des glucosides, Croft Hill a essayé de reproduire le maltose en faisant agir, sur une solution de glucose à 40 pour 100, un extrait aqueux de levure basse desséchée dans le vide, extrait qui, ajouté à une solution de maltose à 40 pour 100, hydrolysait celui-ci, la réaction s'arrêtant lorsqu'il en restait encore $\frac{16}{100}$. Il se produisit, dans ce milieu, une augmentation notable du pouvoir rotatoire, en même temps qu'une diminution importante du pouvoir réducteur, ce qui s'accordait avec l'hypothèse de la réversibilité; mais le savant anglais ne put en retirer, en fait de maltose, qu'un produit insuffisamment caractérisé. Par contre, il en retira un sucre nouveau cristallisé qu'il appela *révertose* (¹).

Selon O. Emmerling, qui a répété les expériences de Croft Hill, il ne se forme pas de maltose, mais de l'isomaltose et des dextrines (²).

Em. Fischer et E.-F. Armstrong ont fait agir un extrait de grains de képhir sur un mélange de glucose et de galactose en solution concentrée. Cet extrait possédant la propriété d'hydrolyser le lactose en ces deux hexoses, ils pensaient devoir faire ainsi la synthèse de l'hexobiose, mais ils n'obtinrent qu'un isomère du lactose, l'*isolactose*, qu'ils ne purent, d'ailleurs, séparer à l'état de pureté (³).

De même, dans la tentative dont nous avons déjà parlé, que fit Visser pour reproduire la salicine en ajoutant de l'émulsine à une solution aqueuse de glucose et de saligénine, on peut se demander si le produit amorphe obtenu par lui est réellement de la salicine (⁴).

Dans la plupart de ces expériences, on a donc obtenu autre chose que ce qu'on pensait devoir obtenir, et l'on peut craindre que, dans les autres, le produit séparé n'ait pas été suffisamment caractérisé.

Le premier point n'a pas échappé aux expérimentateurs que nous venons de citer, et Croft Hill a émis l'opinion très plausible qu'il fallait rapporter la cause de ces insuccès à ce qu'on n'a à sa disposition que des mélanges de ferments divers qui, agissant chacun pour son compte, donnent naissance à

(¹) *Journ. of the chem. Soc. of London*, t. LXXIII, 1898, p. 634, et t. LXXX, 1903, p. 578.

(²) *Ber. chem. Gesell.*, t. XXXIV, 1901, p. 600.

(³) *Ber. chem. Gesell.*, t. XXXV, 1902, p. 3144.

(⁴) *Zeitschrift f. physikal. Chem.*, t. LII, 1905, p. 258.

un ensemble de composés différents, capables de masquer la réaction du ferment considéré.

L'émulsine que nous avons employée dans nos synthèses de glucosides d'alcool est aussi un produit complexe, renfermant au moins quatre enzymes (¹); cependant nous n'avons pas rencontré les inconvénients signalés par Croft Hill, sans doute parce que, d'une part, il n'existe qu'un alcoolglucoside et que, d'autre part, la masse de l'alcool, l'un des deux composants, par rapport à celle du glucose, l'autre composant, empêche ou réduit à peu de chose toute condensation de celui-ci. En fait, à l'aide de l'émulsine, nous avons obtenu, avec un fort rendement, des alcoolglucosides purs, cristallisés et hydrolysables par cette même émulsine. La réversibilité paraît donc ici démontrée.

Toutefois, on peut encore objecter que hydrolyse et synthèse sont produites par deux ferments différents existant dans l'émulsine. C'est pour examiner cette objection que nous avons fait, avec des alcools à 85° et à 60°, les expériences qui suivent :

Expérience A_1. — *Hydrolyse.*		Expérience A_2. — *Synthèse.*	
Éthylglucoside β.....	0g,5816	Glucose.............	0g,5033
Alcool à 85°....	q.s.p. 50^{cm^3}	Alcool à 85°.........	q.s.p. 50^{cm^3}
Expérience B_1. — *Hydrolyse.*		Expérience B_2. — *Synthèse.*	
Éthylglucoside β.....	0g,5807	Glucose.............	0g,5025
Alcool à 60°.........	q.s.p. 50^{cm^3}	Alcool à 60°.........	q.s.p. 50^{cm^3}

Les proportions de glucose de A_2 et B_2 sont égales respectivement à celles qui entrent dans la composition du glucoside de A_1 et B_1. On a ajouté à chacun des mélanges 0g,20 d'émulsine et on les a abandonnés à la température du laboratoire (18° à 24°) en ayant soin d'agiter matin et soir.

Si l'hypothèse de la réversibilité est conforme à la réalité, que l'on parte du glucoside ou de la quantité correspondante de glucose, il est évident qu'on devra, pour chacun des deux alcools, aboutir à une même limite.

Or : 1° quand la réaction s'est arrêtée dans les expériences A_1 et A_2, après 21 jours environ pour A_1 et 16 jours environ pour A_2, les deux liquides accusaient exactement la même rotation : $-20'$ pour $l = 2$;

2° De même, lorsque la réaction s'est arrêtée dans les expériences B_1 et B_2, après 16 jours (B_1) et 19 jours (B_2) environ, la rotation des deux liquides était de $+10'$.

(¹) Em. Bourquelot et H. Hérissey, *Société de Biologie*, 1903.

Ces nouvelles expériences sont donc d'accord avec la doctrine de la réversibilité si énergiquement défendue par Croft Hill. Elles montrent, en outre, que la limite commune aux deux actions hydrolysante et synthétisante varie avec la concentration de l'alcool, correspondant à une hydrolyse plus forte et à une synthèse moindre au fur et à mesure que l'alcool est plus dilué. De sorte qu'en diminuant de plus en plus la teneur du liquide en alcool, on tend vers l'hydrolyse complète, sans l'atteindre cependant, la réaction fournissant elle-même de l'alcool.

ZOOLOGIE. — *Les Échinodermes de la mission Charcot.* Note de M. **Kœhler**, présentée par M. Edmond Perrier.

La collection d'Échinodermes recueillis par le Dr Charcot au cours de la campagne du *Pourquoi-Pas?* est certainement la plus riche qui ait été rapportée des mers antarctiques. Le total des espèces d'Astéries, Ophiures et Échinides que renferme cette collection s'élève à 54, parmi lesquelles 25 sont nouvelles.

La plupart de ces formes ont été rencontrées au delà du cercle polaire antarctique, vers l'île Adélaïde et la Terre Alexandre Ier. Le Mémoire descriptif dans lequel j'étudie ces Échinodermes formera un gros volume accompagné de 16 planches doubles, reproduisant les photographies des formes principales.

Astéries. — Les Astéries comprennent 28 espèces, dont 14 sont nouvelles et 3 forment autant de genres nouveaux. A l'un de ces derniers appartient une superbe Étoile de mer dont le diamètre atteignait $0^{m},44$. Ce genre, auquel j'ai donné le nom de *Priamaster*, rentre dans les Paxillosées de Perrier, mais il est remarquable par la disposition quadrisériée des tubes ambulacraires; il constitue le type d'une famille nouvelle voisine des Archastéridées. Les deux autres genres nouveaux appartiennent respectivement aux Solastéridées (*Leucaster*) et Odontastéridées (*Pseudontaster*).

J'ai rencontré, dans les Astéries rapportées, une deuxième espèce de ce curieux genre *Cryaster*, découvert par la première Expédition Charcot et qui paraît décidément très répandu dans l'Antarctique, puisque j'ai trouvé également le *Cryaster Antarcticus* dans les collections rapportées du cap Royds (77°32′ S, 166°12′ E) par l'Expédition Shackleton. Ce nouveau *Cryaster* s'appelle *C. Charcoti*. Parmi les Astéries nouvelles, les *Lophaster*

Gaini, *Crossaster Godfroyi*, *Remaster Gourdoni* et *Bathybisater Liouvillei* sont dédiées aux membres de l'Expédition.

Ophiures. — Le nombre des espèces s'élève en tout à 17, dont 6 sont nouvelles avec deux genres nouveaux. L'un de ces deux genres (*Ophioperla*) rappelle les *Ophioglypha*, mais la face dorsale est couverte de granules comme chez les *Ophioderma*. Le deuxième (*Astrochlamys*) appartient aux Euryalidées : c'est une forme très curieuse en raison de ses affinités multiples. Parmi les espèces nouvelles, on peut citer l'*Ophioglypha Rouchi* et l'*Ophiosteira Senouqui :* cette dernière est la deuxième espèce d'un genre tout à fait spécial aux mers antarctiques et dont le type a été découvert par la *Southern Cross* au cap Adare. L'*Amphiura Joubini* nov. sp. est remarquable par la taille de son disque.

Échinides. — Ils renferment 9 espèces dont 5 nouvelles avec un genre nouveau : ce dernier, auquel j'ai donné le nom de *Parapneustes*, est représenté par deux espèces différentes. Les autres formes nouvelles comprennent un Amphipneustes, genre essentiellement antarctique, et deux Cidaridés. Dans l'un de ceux-ci, le *Cténocidaris Perrieri*, j'ai retrouvé un très curieux parasite, l'*Echinophyces mirabilis*, découvert par Mortensen dans deux autres Oursins antarctiques et rapporté par ce savant aux Myxomycètes. Ce parasite se développe dans le tissu calcaire des grands piquants et il provoque chez son hôte des modifications étonnantes, portant non seulement sur les caractères extérieurs de ces piquants, mais aussi sur la forme et la pigmentation des pédicellaires ainsi que sur la situation des orifices génitaux. Le facies des individus parasités est tellement différent de celui des exemplaires normaux qu'on serait tenté de les placer dans deux genres distincts.

Quant aux espèces déjà connues, les découvertes du Dr Charcot étendent beaucoup l'aire de répartition géographique de plusieurs d'entre elles. C'est la première fois par exemple que le *Labidiaster radiosus*, l'*Ophiacantha vivipara*, etc., sont rencontrés dans les régions antarctiques. Plusieurs espèces découvertes par l'Expédition Shackleton à la Terre Victoria du Sud-Est, étudiées par moi, ont été retrouvées par le Dr Charcot vers la Terre Alexandre Ier, c'est-à-dire à plus de 125° de distance en longitude.

A la suite de la description des espèces vient une étude générale de la faune des Échinodermes antarctiques, dans laquelle j'étudie la composition de cette faune dans les différentes parties du domaine antarctique, je recherche l'origine de cette faune et je la compare à celle des régions arctiques.

Un des résultats les plus importants de cette comparaison est que la faune des Échinodermes antarctiques littoraux a beaucoup d'affinités avec celle de l'extrémité de l'Amérique du Sud et qu'elle doit certainement son origine à l'immigration, dans le domaine antarctique, d'espèces ayant aban-

donné les régions magellanes pour s'étendre vers le Sud; les différentes étapes géographiques de cette migration peuvent même être retrouvées. Il n'y a au contraire aucune relation entre les Échinodermes antarctiques et ceux du Cap de Bonne-Espérance ou de la Nouvelle-Zélande.

Quant à la faune abyssale antarctique, elle a des caractères très spéciaux et elle est complètement distincte de la faune littorale avec laquelle elle n'offre en tout que deux espèces communes.

La faune échinodermique antartique actuellement connue se montre déjà extrêmement riche et l'on peut supposer que le nombre de formes s'accroîtra avec les explorations futures. Cette richesse et cette variété contrastent avec la pauvreté de la faune arctique qui ne renferme qu'un nombre très restreint d'espèces: celles-ci se retrouvent uniformément dans toute l'étendue des mers arctiques et la plupart d'entre elles vivent indistinctement dans la zone littorale et aux plus grandes profondeurs. Il n'existe d'ailleurs aucune forme commune aux deux régions arctique et antarctique, c'est-à-dire aucune forme bipolaire.

ZOOLOGIE. — *Le fonctionnement de la glande génitale chez l'*Ostrea edulis *(L.) et le* Gryphæa angulata *(Lam.). La protection des bancs naturels.* Note de M. **J.-L. Dantan**, présentée par M. Ed. Perrier.

Dans son intéressant travail sur les organes de la génération de l'*Ostrea edulis*, P.-P.-C. Hœk a précisé et complété les observations qui avaient été faites sur ce sujet. Bien qu'hermaphrodite, l'huître indigène se comporte comme un animal unisexué, puisque les œufs et les spermatozoïdes ne sont pas produits simultanément par le même individu. Cependant, un point n'a pu être établi d'une façon certaine : la glande génitale fonctionne-t-elle successivement comme mâle et comme femelle, la même année ou dans le cours de deux années consécutives?

J'ai cherché à résoudre cette question par l'observation des glandes génitales d'un grand nombre d'huîtres prises, en 1910 et 1911, sur les bancs naturels de la Trinité-sur-Mer. Les individus observés avaient, autant qu'il est possible de s'en rendre compte par l'examen des coquilles, de 3 à 6 ans, et l'examen de leurs glandes génitales a été fait sur le vivant. J'ai compté comme femelles, outre naturellement celles qui possédaient des larves dans leur cavité palléale, toutes celles qui contenaient des œufs mûrs

Il y a là une anomalie qu'on a essayé d'expliquer par l'hypothèse que l'atmosphère supérieure exécuterait un triage des radiations, et que le spectre total se dépouillerait, dans les hautes régions, d'une notable quantité de radiations, laissant passer seulement les moins absorbables qui arriveraient seules à la surface de la Terre.

Il m'a semblé que des mesures comparatives, exécutées à Chamonix et à l'Observatoire du mont Blanc, jetteraient quelque lumière sur la réalité de cette hypothèse. L'Observatoire du mont Blanc étant déjà sensiblement au tiers de l'épaisseur atmosphérique, si la haute atmosphère exerce réellement une absorption considérable sur certaines radiations, on doit trouver en ce point des traces de cette absorption élective.

En attendant de pouvoir comparer séparément chacune des régions du spectre, j'ai effectué la comparaison en bloc du groupe des radiations plus spécialement chimiques, avec le groupe des radiations plus spécialement calorifiques.

L'intensité chimique a été mesurée au moyen d'un photomètre, basé sur le noircissement du papier au citrate d'argent, exposé normalement à la direction des rayons solaires. Le degré actinométrique était donné par l'inverse du temps nécessaire pour produire une teinte type.

L'intensité calorifique était mesurée au même moment par M. Senouque, au moyen d'un actinomètre de Michelson.

Une série d'expériences au mont Blanc et une autre à Chamonix étant exécutées au cours de journées à ciel pur, le rapport entre les rayons chimiques et les rayons calorifiques devra être différent dans les deux stations, s'il y a triage des rayons et absorption plus grande de certains rayons dans les régions supérieures.

Le Tableau suivant donne les résultats d'une journée complète à l'Observatoire du mont Blanc, et d'une demi-journée seulement à Chamonix, où les vapeurs envahissent habituellement l'atmosphère dans l'après-midi.

Dans ce Tableau, l'unité photométrique est arbitraire.

Mont Blanc (4350^m).

Heures.	Photométrie.	Calories.	Rapport.
$6^h.6^m$....	0,23	0,91	3,9
24....	0,39	1,10	2,8
27....	0,41	1,13	2,7
55....	0,70	1,27	1,8
7.19....	0,86	1,38	1,6
8.17....	1,12	1,47	1,3
58....	1,39	1,53	1,1
9.38....	1,46	1,58	1,1
10.23....	1,46	1,60	1,1
11.27....	1,46	1,59	1,1
12.30....	1,53	1,59	1,0
14.44....	1,50	1,50	1,0
15.25....	1,46	1,47	1,0
55....	1,20	1,43	1,2
17.11....	0,76	1,28	1,7
18. 0....	0,35	1,02	2,9
26....	0,117	0,75	6,4
29....	0,073	0,64	8,8

Chamonix (1080^m).

Heures.	Photométrie.	Calories.	Rapport.
$7^h.40^m$....	0,75	1,14	1,5
54....	0,85	1,22	1,4
8. 5....	0,88	1,23	1,4
44....	1,14	1,26	1,1
9.24....	1,20	1.30	1,1
10. 2....	1,20	1,31	1,1
35....	1,27	1,31	1,0
11. 2....	1,27	1,32	1,0
52....	1,27	1,32	1,0

Des brumes survenues ont interrompu les observations.

En comparant les rapports obtenus au milieu du jour, de 10^h à midi, lorsque l'épaisseur atmosphérique est faible et à peu près constante, on voit que ces rapports ne varient que de 1,0 à 1,1 et *ont la même valeur* dans les deux stations. Il en résulte que le spectre se transmet sensiblement semblable à lui-même, au point de vue où je me place, du mont Blanc à Chamonix, c'est-à-dire à travers un tiers de l'atmosphère qui s'étend de Chamonix à la limite.

Ce résultat n'est pas favorable à l'hypothèse d'un triage notable des rayons dans l'atmosphère au-dessus du mont Blanc, et pas davantage à l'hypothèse d'une absorption énorme au-dessus de 4000^m; les chiffres élevés attribués parfois à la constante solaire en se basant sur cette hypothèse ne semblent pas pouvoir être admis.

Les résultats de la journée entière au mont Blanc montrent que le rapport entre les deux séries de radiations augmente rapidement avec l'épaisseur atmosphérique. Les rayons les plus réfrangibles sont beaucoup plus absorbés par les grandes épaisseurs, ce qui explique la couleur rouge de l'horizon au coucher du Soleil.

Cela fortifie les conclusions exprimées plus haut, car, pour qu'une différence d'absorption soit observable, il faut de très grandes épaisseurs d'atmosphère au sommet du mont Blanc, ainsi qu'aux faibles altitudes.

La séance est levée à 4 heures un quart.

Ph. v. T.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 16 JUILLET 1912.

Archives de Médecine et de Pharmacie militaires, publiées par ordre du MINISTRE DE LA GUERRE; t. LIX. Paris, Chapelot, 1912; 1 vol. in-8°. (Offert par M. le Ministre de la Guerre.)

Géologie des environs de Paris, description des terrains et énumération des fossiles qui s'y rencontrent, suivie d'un index des localités fossilifères, par STANISLAS MEUNIER; nouvelle édition revue et complètement remaniée. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1912; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Le Maroc physique, par LOUIS GENTIL, avec cartes dans le texte. Paris, Félix Alcan, 1912; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Lacroix.)

L'alimentation du cheval, par E. LAVALARD. Paris, Librairie agricole de la Maison rustique, 1912. (Présenté par M. A. Müntz.)

L'analyse des vins par volumétrie physico-chimique, par PAUL DUTOIT et MARCEL DUBOUX. Lausanne, F. Rouge et Cie, 1912; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Maquenne.)

La flore algologique des régions antarctiques et subantarctiques, par LOUIS GAIN. (Deuxième Expédition antarctique française, 1908-1910, commandée par le Dr JEAN CHARCOT. Sciences naturelles : Documents scientifiques.) Paris, Masson et Cie, 1912. (Présenté par M. L. Mangin.)

Traité de la Rage, par V. BABES. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1912; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. E. Roux.)

Théorie des groupes finis. Éléments de la théorie des groupes de substitutions, par J.-A. DE SÉGUIER. Paris, Gauthier-Villars, 1912; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Pressions artérielles et viscosité sanguine : circulation, nutrition, diurèse, par

ALFRED MARTINET; avec 102 figures en noir et en couleurs. Paris, Masson et Cie, 1912; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Annales de l'Institut national agronomique (École supérieure de l'Agriculture); 2e série, t. XI, fasc. 1. Paris, J.-B. Baillière et fils, et Librairie agricole de la Maison rustique, 1912; 1 vol. in-8°,

The geographical Journal, t. XL, n° 1, july 1912. Londres, the Royal geographical Society; 1 fasc. in-8°.

PUBLICATIONS DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

En vente à la Librairie Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins, Paris.

COMPTES RENDUS HEBDOMADAIRES DES SÉANCES
de l'Académie des Sciences

Publiés par MM. les *Secrétaires perpétuels*.

In-4 (28-23), hebdomadaire.

Collection complète, de 1835 à 1910 ; 151 volumes..... 1890 fr.

Chaque année, sauf 1845, 1873 à 1892, 1896 à 1898, 1900 à 1902, 1904, 1905, *se vend séparément*....... 25 fr.

Chaque volume, sauf les **Tomes 20, 21, 76 à 108, 110, 112, 114, 115, 122. à 127, 130, 132, 134, 138, 141**, se vend séparément .... 15 fr.

Les **Comptes rendus** paraissent régulièrement chaque semaine depuis le 2e semestre de 1835, en un cahier de 32 à 40 pages, quelquefois de 80 à 120; ils forment, à la fin de l'année, *deux Volumes* in-4 (28-23), ensemble de 2400 à 3000 pages. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de noms d'auteurs, terminent chaque volume.

Prix pour un an (52 numéros) :

Paris.......... 30 fr.
Départements.......... 40 fr.
Union postale.......... 44 fr.

L'abonnement est annuel et part de janvier.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS
des Séances de l'Académie des Sciences.

Par ordre de matières et par ordre alphabétique de noms d'auteurs.

4 volumes in-4 (28-23), savoir :

Tables des Tomes **1** *à* **31** (1835-1850). In-4 (28-23); 1853.. 25 fr.
Tables des Tomes **32** *à* **61** (1851-1865). In-4 (28-23); 1870.. 25 fr.
Tables des Tomes **62** *à* **91** (1866-1880). In-4 (28-23); 1888.. 25 fr.
Tables des Tomes **92** *à* **121** (1881-1895). In-4 (28-23); 1900.......... 25 fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS
des Séances de l'Académie des Sciences.

Tomes I et II, 1856 *et* 1861, *séparément*.......... 25 fr.

MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES
In-4 ; tomes I a LI, 1816 a 1910.

Chaque volume, à l'exception des Tomes ci-après indiqués, se vend séparément.......... 15 fr.
Le Tome XXXIII, avec Atlas, se vend séparément....... 25 fr.
Le Tome LI, avec Atlas, se vend.......... 40 fr.
Les Tomes VI et XXI ne se vendent pas séparément.

Tables générales des travaux contenus dans les Mémoires de l'Académie.

Ire Série, Tomes I à XIV (an VI-1815), et IIe Série, Tomes I à XL (1816-1878); 1881.......... 6 fr.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS PAR DIVERS SAVANTS
à l'Académie des Sciences (*Savants étrangers*).

2e série. In-4 ; tomes I a XXXIV, 1827-1909.

Chaque volume se vend séparément.......... 15 fr.

Tables générales des travaux contenus dans les Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie.

Ire Série, Tomes I et II (1806-1811), et IIe Série, Tomes I à XXV (1827-1877); 1881.......... 2 fr. 50

NOTICES NÉCROLOGIQUES

Lues à l'Académie (1886-1890). In-8 (25-16) ; 1891.... 2 fr. 50

Notice sur J.-C. Bouquet, par *G.-H. Halphen*. — Notice sur L.-F.-C. Breguet, par *de Jonquières*. — Notice sur L.-R. Tulasne, par *E. Bornet*. — Notice sur E. Laguerre, par *H. Poincaré*. — Notice sur G.-H. Halphen, par *E. Picard*. — Notice sur E. Phillips, par *H. Léauté*.

PASSAGE DE VÉNUS
Recueil de Mémoires relatifs à l'observation du passage de Vénus sur le Soleil, en 1874.

Tome I. — Ire Partie : *Procès-verbaux des séances tenues par la Commission*. In-4 (28-23); 1877.......... 12 fr. 50 c.
— IIe Partie : *Mémoires divers*. In-4 (28-23), avec 7 planches; 1876.......... 12 fr. 50 c.

Tome II. — Ire Partie : *Mission de Pékin* (Fleuriais). — *Mission de Saint-Paul* (Mouchez). In-4 (28-23), avec 26 pl.; 1878. 25 fr.
— IIe Partie : *Mission de Saint-Paul* (Rochefort et Ch. Vélain). — *Mission du Japon* (Janssen, Tisserand, Delacroix et Picard). — *Mission de Saïgon* (Héraud). — *Mission de Nouméa* (André). In-4 (28-23), avec figures et 36 planches ; 1880........ 25 fr.

Tome III. — Ire Partie : *Mission de l'île Campbell* (Bouquet de la Grye). In-4 (28-23), avec 6 planches ; 1882.... 12 fr. 50 c.
— IIe Partie : *Mission de l'île Campbell* (H. Filhol). In-4 (28-23), avec atlas de 68 planches; 1885.......... 25 fr.
— IIIe Partie : *Mesures des plaques photographiques*. In-4 (28-23), avec 2 planches; 1882.......... 12 fr. 50 c.

Annexe : *Discussion des résultats obtenus avec les épreuves daguerriennes de la Commission française*, par *Obrecht*. In-4 (28-23); 1890.......... 2 fr. 50 c.

MISSION DU CAP HORN
(1882-1883).

Tome I : **Histoire du Voyage**, par L.-F. Martial. In-4 (28-23), avec 12 planches; 1888.......... 25 fr.

Tome II : *Météorologie*, par J. Lephay. In-4 (28-23), avec 12 planches ; 1885 (*Rare*).

Tome III : *Magnétisme terrestre*, par E.-O. Le Cannellier. — *Recherches sur la constitution chimique de l'atmosphère*, d'après les expériences du Dr *Hyades*, par Muntz et Aubin. In-4 (28-23), avec 11 planches ; 1886 (*Rare*).

Tome IV : **Géologie**, par le Dr P. Hyades. In-4 (28-23), avec 33 pl.; 1887.......... 25 fr.

Tome V : **Botanique**. In-4 (28-23) de 400 pages; 1889.... 25 fr.

Tome VI : **Zoologie**. Ce Tome est publié en 12 fascicules.

Ire Partie : In-4 (28-23) de 486 pages, avec 23 pl. ; 1891.. 45 fr.

Mammifères (*A. Milne-Edwards*); 10 fr. — *Oiseaux* (*E. Oustalet*); 25 fr. — *Poissons* (*L. Vaillant*); 4 fr. — *Anatomie comparée* (*H. Gervais*); 6 fr.

IIe Partie : In-4 (28-23) de 430 pages, avec 29 pl. ; 1891 (*Rare*).

Insectes (*L. Fairmaire, Signoret, J. Mabille, P. Mabille, J.-M.-F. Bigot*); 20 fr. — *Arachnides* (*E. Simon*) (épuisé). — *Crustacés* (*Milne-Edwards*); 11 fr. — *Mollusques* (*de Rochebrune* et *J. Mabille*); 10 fr.

IIIe Partie : In-4 (28-23) de 376 pages, avec 36 pl. ; 1891.. 35 fr.

Priapulides (*J. de Guerne*); 2 fr. — *Bryozoaires* (*J. Jullien*); 8 fr. — *Echinodermes* (*E. Perrier*); 20 fr. — *Protozoaires* (*A. Certes*); 5 fr.

Tome VII : **Anthropologie. Ethnographie** ; par le Dr P. Hyades et J. Deniker. In-4 (28-23), avec 34 pl. et 1 carte en couleur; 1891. 25 fr.

La collection des sept Tomes en neuf volumes .... 275 fr.

N° 4.

TABLE DES ARTICLES (Séance du 22 Juillet 1912.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CORRESPONDANCE

50192 PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : GAUTHIER-VILLARS.

1912

DEUXIÈME SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME 155.

N° 5 (29 Juillet 1912).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

Quai des Grands-Augustins, 55.

1912

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Toute Note manuscrite d'un Membre de l'Académie ou d'une personne étrangère ne pourra paraître dans le *Compte rendu* de la semaine que si elle a été remise le jour même de la séance.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Les *Comptes rendus* ne reproduisent pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* ne contiennent ni planches, ni figures.

Dans le cas exceptionnel où des figures seraient autorisées, l'espace occupé par ces figures comptera pour l'étendue réglementaire.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 29 JUILLET 1912.

PRÉSIDENCE DE M. F. GUYON.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de la Guerre** invite l'Académie à lui faire connaître le nom du savant qu'elle désignera pour faire partie du Conseil de Perfectionnement de l'École Polytechnique, en remplacement de M. *H. Poincaré*.

A raison de l'absence d'un grand nombre de Membres, cette désignation est renvoyée au commencement d'octobre.

La **Classe des Sciences de l'Académie Royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique**,

M. le **Président de l'Académie Royale des Sciences exactes, physiques et naturelles de Madrid**,

adressent l'expression de leurs sentiments de condoléances à l'occasion du décès de M. *H. Poincaré*.

M. le Professeur **Vassilieff**, membre du Conseil de l'Empire, transmet de son côté les condoléances des Savants russes à l'occasion de la perte irréparable que vient de faire la Science française.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Flore algologique de la Hougue et de Tatihou*, par P. Hariot. (Présenté par M. L. Mangin.)

2° A. Berget, *La vie et la mort du globe*. (Présenté par M. H. Deslandres.)

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Contribution expérimentale à l'étude de la formation des cratères lunaires.* Note de M. **Jean Escard**, présentée par M. Baillaud.

L'histoire du relief lunaire et des accidents qui sillonnent sa surface a fait l'objet de nombreuses études tant au point de vue de l'origine de ces accidents qu'à celui de la constitution même de la Lune. M. Puiseux, en particulier, a publié sur ce sujet d'importants travaux (1), suite d'une longue série de savantes et patientes recherches et dont les résultats sont du plus haut intérêt quant à la genèse et à la structure interne et superficielle de cet astre.

Récemment, M. H. Bénard d'une part (2), et M. E. Belot d'autre part (3), ont confirmé expérimentalement les données de ce savant sur l'origine probable et la distribution des cirques lunaires. La présente Note a pour but d'apporter une nouvelle contribution à l'étude des cratères lunaires considérés isolément et des particularités qui s'attachent à leur structure.

Ce qui caractérise la plupart des cratères de la Lune (que l'on ne saurait, à aucun point de vue, comparer à ceux des volcans terrestres *actuels*), c'est non seulement leur grand développement en diamètre et en profondeur et leurs parois généralement à pic, mais aussi la présence de *bourrelets* de faible saillie, épais, et que M. Puiseux considère à juste titre comme formés aux dépens de compartiments voisins par suite de l'existence d'un déversement peu rapide vers l'extérieur (4).

Il est possible de reproduire expérimentalement ces bourrelets et dans

(1) P. Puiseux, *La Terre et la Lune; constitution physique, structure interne* Vol. in-8°, Paris, Gauthier-Villars, édit., 1908. Voir également : P. Puiseux, *Sur la genèse des cirques et le tracé anguleux des crevasses lunaires* (*Comptes rendus*, t. 151, 11 juillet 1910, p. 133); et : *De l'origine des contrastes de teintes et des dénivellations brusques qui se rencontrent sur la Lune* (*Comptes rendus*, t. 149, 19 juillet 1909, p. 195).

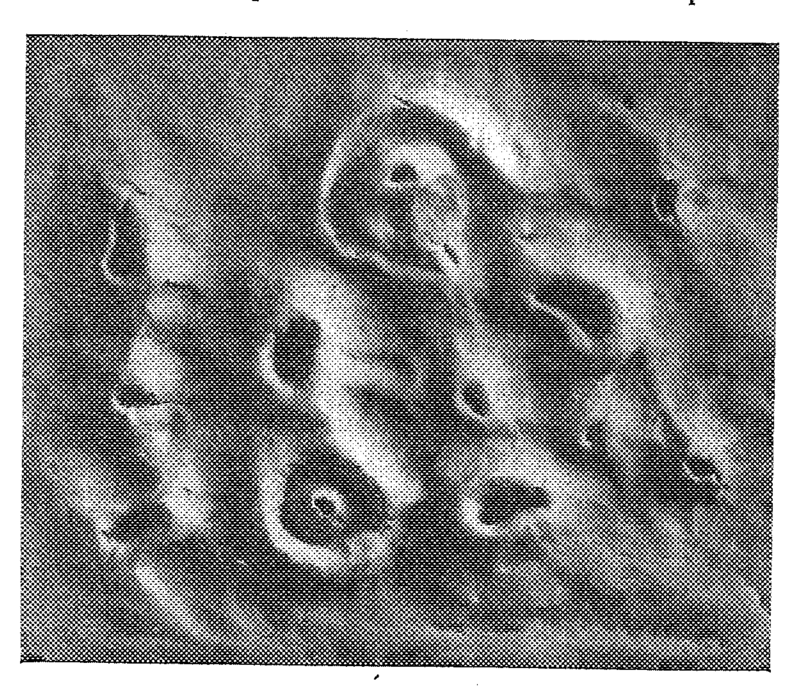
(2) H. Bénard, *Sur la formation des cirques lunaires, d'après les expériences de C. Dauzère* (*Comptes rendus*, t. 154, 29 janvier 1912, p. 260).

(3) E. Belot, *Sur la formation des cirques lunaires avec reproduction expérimentale* (*Comptes rendus*, t. 154, 4 mars 1912, p. 638).

(4) P. Puiseux, *Sur l'histoire du relief lunaire* (*Comptes rendus*, t. 148, 13 juillet 1908, p. 113).

des conditions qui semblent en tous points conformes à celles qui ont présidé à leur formation sur notre satellite. Certaines matières semi-fluides ou pâteuses vers leur point de fusion (malthe, bitumes impurs, mélanges de résine et de bitume ou de bitume et de sable fin) se prêtent particulièrement bien à cette expérimentation.

On fait fondre dans un récipient d'une trentaine de litres de capacité un de ces



produits ou mélanges, additionné d'une petite quantité d'eau. Peu de temps après que la fusion est complète, on voit la vapeur d'eau se faire jour à travers la masse pâteuse sus-jacente, puis donner naissance à des ouvertures cratériformes très nettes. Les bords de ces cratères s'affaissent presque immédiatement pour former les *bourrelets* dont il vient d'être question [1] et que l'on voit très nettement sur la reproduction photographique ci-jointe.

Selon nous, ces bourrelets épais ont une double origine : tout d'abord l'affaissement de la masse périphérique après soulèvement de la matière fluide ou pâteuse par les gaz internes; ensuite le refroidissement assez brusque résultant du contact de cette

[1] On arrête l'expérience en refroidissant brusquement la masse au moment de l'apparition simultanée d'un nombre suffisant de cratères. Il suffit, pour cela, de jeter de l'eau froide sur le bain en fusion : on peut ainsi conserver indéfiniment, et tels qu'ils se sont produits, les reliefs et dénivellations réalisés dans les conditions indiquées.

masse périphérique avec l'extérieur. De là résulte aussi la grande profondeur des cratères et leurs bords presque à pic dus à la matière demeurée fluide à l'intérieur et qui tombe par son propre poids. Les *bourrelets* sont donc dus plus à la surélévation des couches externes et à leur refoulement vers la périphérie du cratère qu'à une émission de matières plus ou moins fluides s'amoncelant progressivement sur cette même périphérie.

Le grand diamètre de ces cratères nous paraît devoir être attribué, non à des phénomènes plus ou moins grandioses (auxquels on les rattache généralement) et hors de proportion avec ce qu'il nous est donné de connaître sur l'origine des cratères terrestres, mais à des ouvertures provoquées au sein d'une masse pâteuse par des gaz s'échappant vers l'extérieur à la façon de bulles qui perforent leur enveloppe et viennent ensuite crever à la surface.

Ces hypothèses sont du reste confirmées, non seulement par l'expérience, mais aussi par les données que nous possédons sur la disparition de l'eau à la surface de la Lune.

Conformément à ce qui paraît démontré actuellement quant à la destinée du globe terrestre (1), la Lune a dû absorber, en effet, peu à peu son eau superficielle. Et, avant même que toute force éruptive ait disparu de sa matière, cette eau occluse, poussée par un dernier reste de chaleur interne, a cherché à se faire jour à travers ses couches superficielles : elle a ainsi donné naissance à ces nombreux cratères qui sont sans doute les dernières manifestations et comme les seuls témoins visibles de son ancienne activité.

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur la polarisation des électrodes.* Note (2) de M. André Brochet, présentée par M. Haller.

On admet généralement que dans un électrolyseur à anode soluble il n'y a pas de tension de polarisation et que la différence du potentiel est égale

(1) Tous les faits observés (disparition des grands lacs de l'Asie centrale, diminution du nombre des sources, rétrécissement et enfouissement des cours d'eau, évolution du creusement des vallées, etc.) militent en faveur du dessèchement lent, mais continuel et progressif de la surface terrestre (E.-A. Martel, *L'Évolution souterraine*, p. 100 et suiv.; L. de Launay, etc.). Ce dessèchement par *absorption* totale de l'eau par la masse solide du globe (cette quantité d'eau équivaut à peine au $\frac{1}{100}$ du volume de la Terre) doit conduire progressivement la Terre à un état se rapprochant de plus en plus de l'état actuel de la Lune : diminution des forces biologiques et accélération des forces dynamiques internes, jusqu'à ce que celles-ci, à leur tour, soient devenues impuissantes, par les progrès du refroidissement, à modifier de nouveau la structure ainsi acquise.

(2) Présentée dans la séance du 8 juillet 1912.

au produit de l'intensité du courant par la résistance du bain. Cela n'est pas exact, et il est facile de s'en rendre compte. Si, dans un coulombmètre à cuivre disposé de telle façon que l'on puisse écarter les électrodes (occupant toute la section de l'appareil), on maintient l'intensité constante, la différence de potentiel aux bornes n'est pas du tout proportionnelle à la distance entre les électrodes. D'un autre côté, il n'existe pas d'électrode solide vraiment impolarisable. Par exemple, deux fils de cuivre pur plongés dans la solution d'un sel de cuivre présentent toujours une différence de potentiel très nette. Ce phénomène de polarisation est la raison pour laquelle une toile de cuivre, ou une lame perforée, placée entre les deux électrodes d'un coulombmètre à cuivre, agit comme un diaphragme (1), alors qu'elle devrait se comporter comme une électrode bipolaire s'il n'existait aucun phénomène de polarisation.

J'ai indiqué précédemment (2) que cette tension de la polarisation devait être la somme de deux tensions : une tension anodique et une tension cathodique.

La méthode que j'ai appliquée récemment (3) pour la figuration des lignes équipotentielles permet de se rendre compte de ce phénomène d'une façon très évidente et d'en indiquer, dans une certaine mesure, l'ordre de grandeur.

Considérons un coulombmètre plat comportant deux électrodes occupant toute la section de la cuve. Si nous divisons par dix la chute de tension entre l'anode et la cathode, nous pourrons établir neuf lignes équipotentielles parallèles et équidistantes. Mais la distance entre chaque ligne extrême et l'électrode voisine sera plus faible du fait précisément de la tension de polarisation de cette dernière.

La distance entre deux lignes équipotentielles correspondant au dixième de la tension aux bornes, permettra de mesurer chacune de ces tensions individuelles, qui atteignent deux à trois centièmes de volt pour une intensité de l'ordre de grandeur de 1 ampère par décimètre carré.

En examinant un réseau de lignes équipotentielles établi comme il vient

---

(1) André Brochet, *Éclairage électrique*, 25 avril 1903.

(2) André Brochet et C.-L. Barillet, *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXIX, 1903, p. 73.

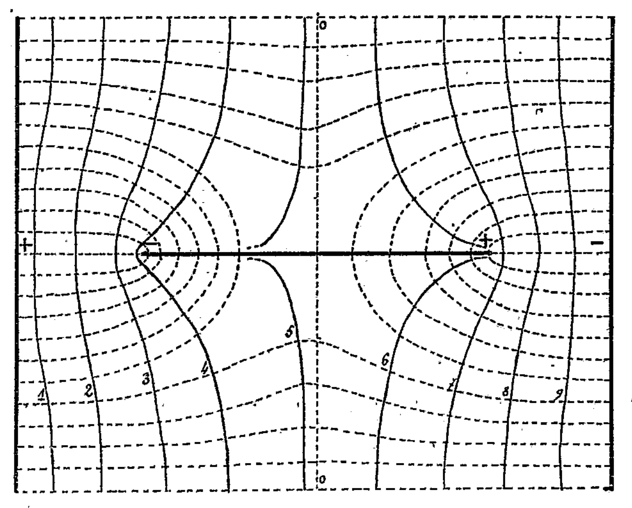
(3) André Brochet, *Comptes rendus*, t. 153, 1911, p. 1150. A la suite de cette Communication, M. Delvalez a adressé une réclamatipn de priorité (*Comptes rendus*, t. 153, p. 1474). Je ferai observer que les tracés obtenus par M. Delvalez n'ont été publiés qu'en octobre dernier, alors que j'ai donné le principe de la méthode avec figuration de lignes équipotentielles dans mon Manuel de Galvanoplastie (1908). Cette méthode constitue une manipulation du Laboratoire d'Électrochimie (École de Physique et de Chimie industrielles) depuis l'année 1905-1906.

d'être dit, on remarque que les tensions anodique et cathodique sont différentes. Cette inégalité n'est pas le résultat d'un fait accidentel; en effet, si après avoir construit ce réseau on inverse le sens du courant, le nouveau réseau présente les mêmes particularités, mais en sens inverse.

L'emploi d'électrodes bipolaires permet de confirmer ces observations.

En plaçant dans le coulombmètre une lame de cuivre parallèle aux électrodes, le réseau est déformé d'une façon très nette, ce qui montre bien l'influence de la polarisation des électrodes. L'intervention d'une lame agissant comme anode soluble ne devrait pas avoir d'action, s'il n'existait pas de phénomène de polarisation. Il est bien entendu qu'en raison du peu d'épaisseur de la lame de cuivre, la différence de conductivité entre le métal et la solution n'a pas d'action. D'ailleurs, la meilleure conductivité du cuivre aurait pour effet d'attirer les lignes du courant, tandis que c'est précisément l'inverse que l'on observe, l'interélectrode en cuivre agit, en plus petit, comme une lame de platine correspondant à une tension de décomposition élevée et se trouve, de ce fait, contournée par les lignes de courant.

Si l'on fait usage, au contraire, d'une lame de cuivre perpendiculaire aux électrodes (voir la figure), la différence de conductivité entre le métal et le



Figuration des lignes équipotentielles (trait plein) et des lignes de courant (pointillé) dans un électrolyseur comportant une électrode bipolaire.

liquide intervient et le réseau des lignes équipotentielles est considérablement déformé; de plus, il est dissymétrique du fait précisément de l'inégalité de chute de tension aux deux électrodes.

On peut se rendre compte du phénomène sans construire le réseau des lignes équipotentielles.

Il suffit de placer dans un coulombmètre à cuivre une lame isolée placée perpendiculairement aux électrodes ou à égale distance de chacune d'elles. On la retire après avoir fait passer le courant pendant un certain temps et l'on constate qu'entre la partie anode et la partie cathode se trouve une zone neutre, plus ou moins importante suivant les conditions de l'expérience, mais, dans tous les cas, nettement déplacée vers la partie cathode qui se trouve plus petite que l'anode, dont la tension individuelle de polarisation est plus élevée.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Démonstration élémentaire de la loi d'action de masse.* Note [1] de M. A. **Berthaud**, présentée par M. G. Lemoine.

1. Parmi les lois qui régissent les phénomènes chimiques, une des mieux établies au point de vue théorique est la *loi d'action de masse*. Sans parler des nombreuses vérifications expérimentales, on peut la démontrer théoriquement par deux voies différentes, en se basant sur les théories cinétique et moléculaire ou bien sur la thermodynamique. Cette dernière voie est ordinairement considérée comme la plus sûre, car elle permet de déduire la loi d'action de masse du deuxième principe de la thermodynamique et des lois expérimentales des gaz, sans qu'il soit nécessaire d'introduire aucune hypothèse nouvelle.

Différentes démonstrations, basées sur ces lois fondamentales ont été proposées. Suivant le point de vue auquel on se place, on peut préférer l'une ou l'autre, mais elles ne diffèrent que par la forme; fondées sur les mêmes lois générales, elles sont équivalentes. Il peut donc paraître inutile d'en donner de nouvelles. Celle que je propose me paraît cependant présenter un certain intérêt par sa simplicité.

2. Considérons un gaz, contenu dans un cylindre vertical que nous pouvons supposer très élevé et maintenu à une température uniforme. Sa pression varie en fonction de la hauteur, d'après l'équation

$$\log p_2 = \log p_1 - a' d h, \tag{1}$$

où p_1 et p_2 représentent les pressions à deux niveaux I et II, h la différence de niveau, d la densité du gaz et a' un facteur indépendant de sa nature. Remarquons que la démonstration de cette formule bien connue repose sur la loi de Boyle-Mariotte.

La densité d'un gaz étant proportionnelle à son poids moléculaire m (loi

[1] Présentée dans la séance du 22 juillet 1912.

d'Avogadro) on a, d'après (1),

$$\log p_2 = \log p_1 - amh. \quad (2)$$

Dans un mélange gazeux, chacun des composants se comporte comme s'il était nul (loi de Dalton) et, par conséquent, la pression partielle de chacun d'eux varie d'après les formules précédentes.

Cela posé, supposons, par exemple, un mélange gazeux d'iode, d'hydrogène et d'acide iodhydrique, dans un cylindre vertical et à une température uniforme et suffisamment élevée pour qu'un équilibre chimique s'établisse entre ces gaz. Si les pressions de I_2, H_2 et IH au niveau I sont égales à p_1, p_2 et p, leurs valeurs p'_1, p'_2 et p au niveau II sont données, d'après ce qui précède, par les égalités

$$\log p'_1 = \log p_1 - am_1 h, \quad (3)$$

$$\log p'_2 = \log p_2 - am_2 h, \quad (4)$$

$$\log p' = \log p - am\ h. \quad (5)$$

Si le mélange est en équilibre chimique au niveau I, quand les pressions partielles sont p_1, p_2 et p, il doit être aussi au niveau II, où les pressions ont les valeurs p'_1, p'_2 et p' exprimées par les formules (3), (4) et (5). S'il en était autrement, le système, en équilibre relativement aux forces chimiques, ne le serait plus quant à l'action de la pesanteur et *vice versa;* il ne serait donc jamais en équilibre et l'on pourrait aisément concevoir un dispositif réalisant le mouvement perpétuel, ce qui est contraire au deuxième principe de la Thermodynamique.

Cela établi de la somme de (3) et (4), retranchons le double de (5), on aura

$$\log \frac{p_1 p_2}{p_2} = \log \frac{p'_1 p'_2}{p^2} - ah(m_1 + m_2 - 2m).$$

Il est évident que

$$m_1 + m_2 - 2m = 0.$$

On a donc

$$\frac{p_1 p_2}{p^2} = \frac{p'_1 p'_2}{p'_2} = k. \qquad \text{C. Q. F. D.}$$

La démonstration peut aisément être généralisée. Elle conduirait à des relations plus compliquées si l'on tenait compte des écarts aux lois du gaz. Quoi qu'il en soit, elle démontre que la loi d'action de masse est rigoureuse pour un système dont tous les constituants suivent les lois de Boyle-Mariotte, de Dalton et d'Avogadro.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Synthèse du gaz chlorure de nitrosyle et le poids atomique du chlore.* Note de M. **Eugène Wourtzel**, transmise par M. A. Haller.

Parmi les poids atomiques dont la révision a été entreprise ces dernières années, celui du chlore est un de ceux qui sont connus avec le moins d'exactitude. Selon les différents rapports expérimentaux et les valeurs de poids atomiques adoptées comme bases pour le calcul du poids atomique du chlore, cette valeur varie entre 35,452 et 35,472. C'est pourquoi il me semblait utile d'entreprendre une nouvelle détermination du poids atomique du chlore par synthèse du gaz chlorure de nitrosyle NOCl par union directe des gaz NO et Cl^2 (réaction de Gay-Lussac).

Le poids atomique de l'azote étant connu à l'heure actuelle à $\frac{1}{14000}$ près et, par conséquent, l'erreur sur le poids moléculaire du gaz NO ne dépassant guère $\frac{1}{30000}$, il me semble avoir utilisé la base la plus précise pour la détermination du poids atomique du chlore.

Le méthode expérimentale est en somme analogue à celle employée pour les synthèses des gaz N^2O^4 et N^2O^3, élaborées d'une façon indépendante par M. Scheuer (¹) et par l'auteur (²).

Elle consiste à combiner, dans une petite ampoule de forme un peu spéciale, un poids connu de chlore à la quantité de NO exactement nécessaire pour le transformer totalement en NOCl. Pour rendre la réaction complète, il est indispensable d'employer un léger excès du gaz NO; une fois la réaction finie il se laisse assez facilement enlever à basse température sans aucune perte de NOCl formé.

Les deux gaz utilisés NO et Cl^2 ont été préparés avec tous les soins possibles et purifiés par liquéfaction et distillation à basse température. Les pesées ont été faites avec des précautions ordinairement employées dans des recherches de ce genre (contrepoids de même forme et de même volume, etc.). Les opérations expérimentales, en somme un peu délicates, seront décrites dans un Mémoire détaillé.

Les résultats obtenus sont représentés dans le Tableau suivant.

Comme valeur du poids atomique de l'azote j'ai adopté N = 14,008 (³).

(¹) O. Scheuer, *Akad. Anzeiger, Wien*, 1912, Nr. 5.

(²) E. Wourtzel, *Comptes rendus*, t. 154, 1912, p. 115.

(³) Scheuer, *loc. cit.*

Numéro de l'expérience.	Poids du Cl^2 employé.	Poids du NO fixé.	Rapport Cl : NO.	Poids atomique du Cl.
1	2,1667	1,83375	1,18173	35,461
2	1,7751	1,5022	1,18167	35,460
3	2,5632	2,16915	1,18166	35,459
4	2,25875	1,91135	1,18171	35,461
5	2,8994	2,45485	1,18157	35,457
Moyennes			1,18167	35,460

La moyenne générale donne $Cl = 35,460$ coïncidant avec la moyenne de toutes les déterminations modernes en posant $O = 16$; $H = 1,00762$; $Ag = 107,88$ et $N = 14,008$ (¹). En posant avec Noyes $H = 1,00787$, on aurait $Cl = 35,470$ comme moyenne à partir de toutes les déterminations du rapport H : Cl. Comme cette valeur est sensiblement plus élevée que l'ensemble des résultats obtenus avec les autres méthodes, il me semble logique de donner la préférence à la valeur $H = 1,00762$ et de fixer définitivement $Cl = 35,460$ comme valeur du poids atomique du chlore.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Équilibre du sulfate de lithium et des sulfates alcalins en présence de leur solution mixte.* Note de Mlle **Cécile Spielrein**, transmise par M. Henry Le Chatelier.

L'étude des équilibres du sulfate de lithium et des sulfates alcalins en présence de leur solutions aqueuses conduit au résultat suivant :

Le sulfate de lithium donne à la température de 20°-25° une combinaison définie avec chacun des différents sulfates alcalins et les courbes isothermes, représentant la composition des solutions en équilibre avec une phase solide, présentent trois branches correspondant, l'une au sulfate de lithium cristallisé existant au contact de la solution, la seconde au sel double et la troisième au second sulfate alcalin mis en présence du sel de lithium. Ces trois courbes se coupent en deux points, qui sont invariants si la température est supposée constante; les solutions correspondant à ces

(¹) Baume et Perrot, tout récemment, ont trouvé $Cl = 35,466$ à partir du rapport NH^3 : HCl pour $N = 14,010$ et $H = 1,0076$ (G. Baume et F.-L. Perrot, *Arch. de Sciences phys. et nat. Genève*, 4e série, t. XXXII, p. 249).

Les valeurs sus indiquées pour H et N donnent pour le même rapport $Cl = 35,462$, valeur qui est en parfait accord avec celle obtenue par la synthèse du chlorure de nitrosyle.

deux points sont à la fois en équilibre avec deux bases solides : le sel double et l'un des sels simples.

Sulfate de potassium :

Pour doser le sulfate de lithium en présence du sulfate de potassium, on a appliqué la méthode au fluorure de lithium de M. Carnot, en modifiant légèrement la correction nécessitée par les entraînements de ce fluorure. Le sulfate de potassium a été dosé par différence entre le poids total des deux sels et celui du sulfate de lithium; les mesures ont été faites à 20°; mais une variation de 1° ou 2° n'occasionne pas de modification appréciable dans les conditions d'équilibre, c'est-à-dire dans la composition de la solution saturée.

Ces expériences donnent lieu cependant à une difficulté importante, surtout avec le sulfate de potassium, qui mérite d'être signalée. En thèse générale, l'état final d'équilibre d'un système chimique est indépendant de l'état initial des corps mis en présence. Il n'en est pas ainsi dans le cas actuel, car le sulfate de potassium, introduit en cristaux dans une solution de sulfate de lithium, se recouvre d'une croûte de sel double qui l'isole complètement de la solution et s'oppose à l'établissement de l'équilibre. On évite cet inconvénient en procédant en sens inverse, c'est-à-dire en introduisant le sulfate de lithium en cristaux dans une dissolution de sulfate de potassium; mais il faut alors préparer celle-ci à l'ébullition en raison de la trop faible solubilité à froid du sulfate de potassium.

Les deux points anguleux de la courbe correspondant aux systèmes invariants sont obtenus pour les compositions de la solution, exprimées en grammes de sel anhydre pour 100^{cm^3} de solution :

	1.	2.
Sulfate de lithium	$30^g,9$	12^g
Sulfate de potassium	$2^g,25$	$11^g,8$

Sulfate d'ammonium :

Avec le sulfate d'ammonium, les équilibres s'établissent bien plus facilement qu'avec le sulfate de potassium ; les résultats sont les mêmes, qu'on parte de solutions chaudes ou qu'on opère complètement à froid. Les analyses, dans ce cas, ont été faites en pesant le poids total des sels, après dessiccation à 250° et en pesant ensuite le poids de sulfate de lithium restant après décomposition au rouge de sulfate d'ammonium.

Les points invariants correspondent aux compositions des solutions données ci-dessous :

	1.	2.
Sulfate de lithium	33^g	11^g
Sulfate d'ammonium	$14^g,2$	50^g

Sulfate de sodium. — Ce sel donne également une combinaison avec le

sulfate de lithium, mais de composition toute différente de celle donnée par les métaux précédents :

SO^4Li^2, SO^4K^2
$SO^4Li^2, SO^4Am^2,$
$SO^4Li^2, 3SO^4Na^2, 12H^2O.$

Les deux points invariants de la courbe correspondent aux compositions de la dissolution :

	1.	2.
Sulfate de lithium................	25g,4	17g,2
Sulfate de sodium................	16g,0	19g,6

Le sel double s'effleurit rapidement à l'air et perd complètement son eau après 3 jours de séjour en présence de chaux vive.

Je poursuis ces recherches sur les sels de lithium, me proposant d'étudier leurs combinaisons à des températures différentes de 20°, avec des sels autres que ceux des métaux alcalins.

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur les propriétés électriques des alliages* Cu-Zn. Note [1] de M. **Luigi Norsa**, transmise par M. Henry Le Chatelier.

Les études thermiques et métallographiques faites sur ces alliages sont très nombreuses, mais l'étude des propriétés électriques était jusqu'ici tout à fait incomplète. La conductibilité a été mesurée par Matthiessen, Haas et Weber, mais seulement jusqu'à 50 pour 100 en poids; en effet les baguettes d'alliages à plus haute teneur en zinc sont très difficiles à obtenir et se brisent avec une extrême facilité pendant les mesures. M. Pouchine a étudié la force électromotrice de dissolution et annoncé l'existence de quatre composés définis, bien que ses résultats soient autrement interprétés par certains auteurs (Cavalier, Guertler).

J'ai voulu donc faire la recherche complète, et sur les mêmes échantillons, de la conductivité électrique, du coefficient thermique, de la résistance, du pouvoir thermo-électrique et de sa variation avec la température.

Préparation des échantillons. — Je me suis servi de cuivre électrolytique pur et de zinc exempt d'arsenic et de plomb, préalablement analysés. La plupart des alliages (ceux non synthétiques) furent préparés dans un creuset brasqué en charbon et sous une forte couche de charbon, et en partie (jusqu'à 50 pour 100) coulés dans une lin-

[1] Transmise dans la séance du 22 juillet 1912.

gotière, et ensuite tournés; en partie coulés par un système spécial basé sur le principe de la coulée en source, et qui ne présentait pas les inconvénients que m'auraient donnés dans ce cas les méthodes par aspiration. En effet mes barreaux, qui avaient $2^{mm},5$ à $3^{mm},5$ de diamètre et 8^{cm} à 10^{cm} de long, examinés aux deux extrémités au microscope, ont montré une constitution tout à fait semblable. Les pourcentages ont été tous déterminés par l'analyse en dosant le cuivre.

Mesures électriques. — Celles de résistance ont été faites à 0° et à 100°, celles de force électromotrice entre 0° et + 100° et entre 0° et — 78° : les valeurs obtenues me permettaient de déduire les coefficients du pouvoir thermo-électrique d'après la formule linéaire $\frac{dE}{dt} = A + Bt$; ces mesures ont été rapportées au plomb.

Je donne ici les résultats des mesures faites sur des alliages recuits pendant 36 heures à une trentaine de degrés environ au-dessous du point de transformation le plus bas pour ceux de à 45 à 100 pour 100 (en volume) de zinc, et à environ 650° pour les autres.

Pour 100 Zn (en vol.).	Conductibilité à 0° $\times 10^2$.	Coefficient de température.	Pouvoir thermo-électrique A.	Pouvoir thermo-électrique B.
0	59,70	0,00405	+2,350	+0,0138
3,15	37,41	0,00292	+0,707	+0,0101
9,3	25,81	0,001891	+0,608	+0,0081
14,2	22,19	0,001862	+0,710	+0,0056
18,15	20,31	0,001869	+0,740	+0,0050
22,8	17,44	0,001852	+0,702	+0,0039
31,5	16,46	0,001767	+0,602	+0,0059
33,7	16,22	0,001750	+0,699	+0,0069
39,3	14,87	0,001676	+0,602	+0,0059
41,7	14,71	0,001474	+0,249	+0,0060
47,7	17,01	0,001635	+0,476	+0,0044
53,2	22,13	0,002320	+0,490	+0,0062
53,4	»	»	+0,539	+0,0073
59,5	18,93	0,001933	—0,062	+0,0040
63,2	8,481	0,002086	—1,082	+0,0079
68,4	12,35	0,001754	+0,639	+0,0220
73,6	11,60	0,003341	+3,330	+0,0245
79,3	11,71	0,002615	+2,195	+0,0136
80,15	13,05	0,001793	+1,407	+0,0097
85,5	12,23	0,00251	+1,821	+0,0113
90,4	13,07	0,002778	+4,716	+0,0175
93,7	16,43	0,003351	+4,279	+0,0154
95	16,11	0,003361	+4,288	+0,0172
98,8	»	»	+3,22	+0,0169
100	18,8	0,003958	+2,609	+0,0149

J'ai obtenu la première partie de la courbe de conductivité sensiblement

égale à celle des auteurs que je viens de citer et si l'on peut contester, comme

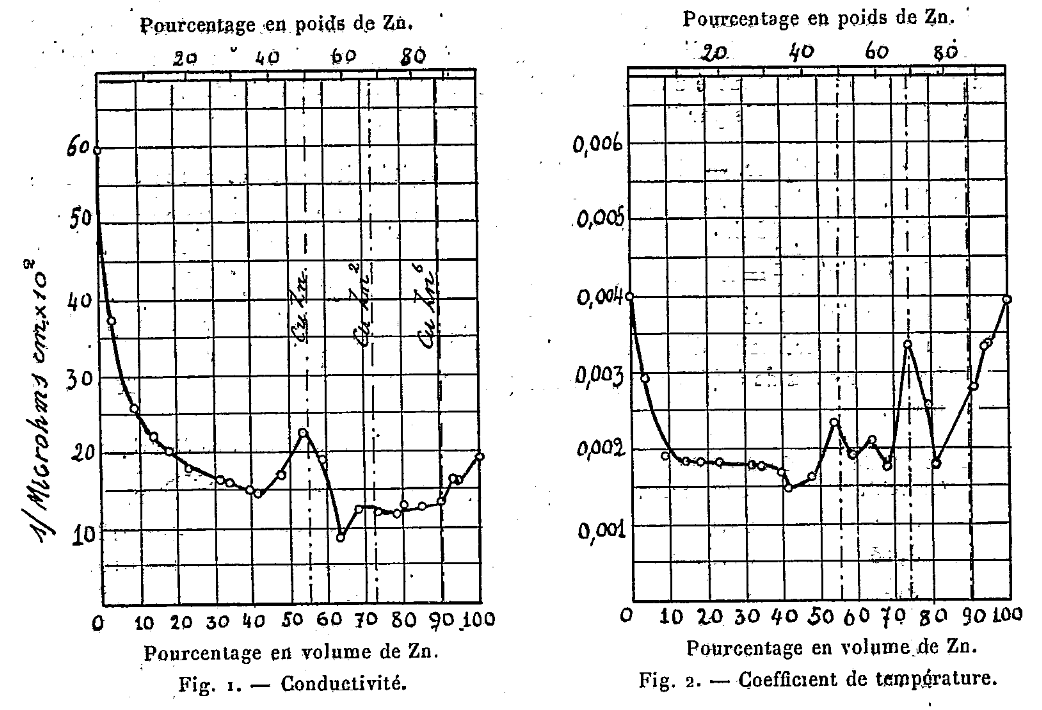


Fig. 1. — Conductivité.

Fig. 2. — Coefficient de température.

on l'a fait, le composé défini à 40 pour 100, il faut l'admettre au maximum

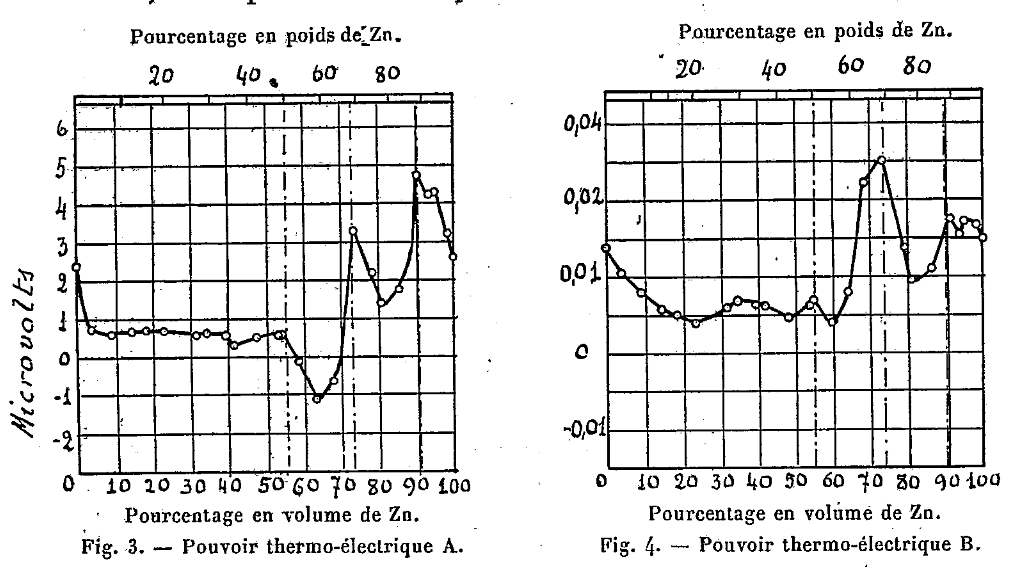


Fig. 3. — Pouvoir thermo-électrique A.

Fig. 4. — Pouvoir thermo-électrique B.

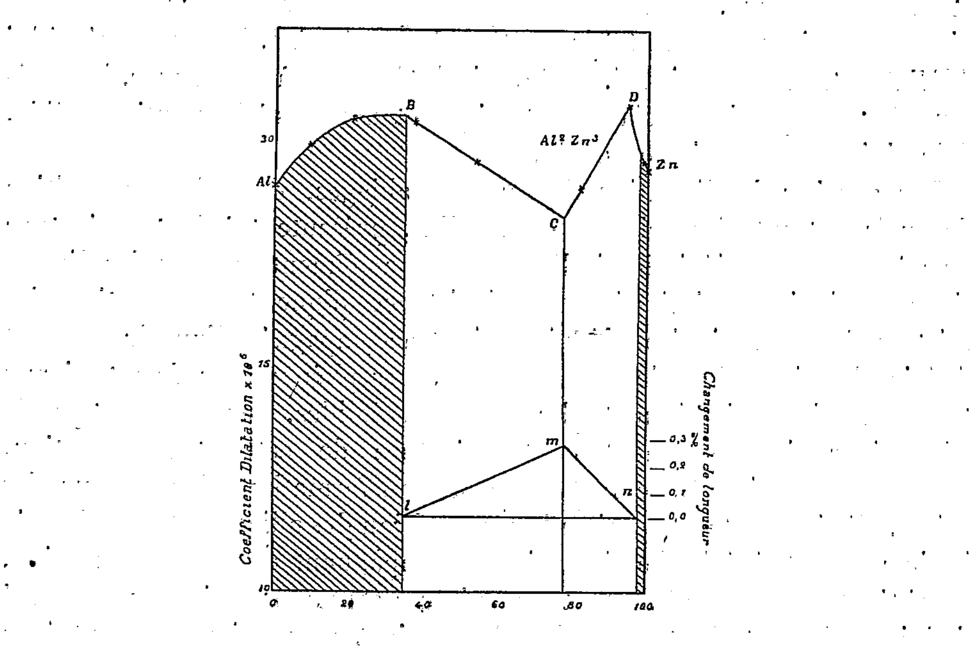
qui se trouve dans toutes les quatre courbes et qui correspond à la formule

Cu Zn (50,6 pour 100 en poids de zinc). On trouve ensuite dans tous les quatre diagrammes encore un maximum qui correspond à $CuZn^2$ (Zn = 67,5), et un maximum dans les figures 3 et 4 et respectivement un point anguleux dans les conductivités correspondant à $CuZn^6$ (Zn = 86).

CHIMIE PHYSIQUE. — *La dilatation thermique des alliages d'aluminium et de zinc.* Note de M. **Wladimir Smirnoff**, transmise par M. Henry Le Chatelier.

Parmi les études très nombreuses faites sur les alliages métalliques, on rencontre jusqu'ici très peu de mesures de leur dilatation thermique, bien que cette propriété présente un intérêt considérable.

J'ai déterminé la dilatation des alliages d'aluminium et de zinc en me servant de l'appareil enregistreur de MM. Le Chatelier et Broniewski. Les échantillons étudiés



ont été préparés en aspirant dans des tubes de verre d'Iéna, au moyen d'une trompe à eau, les alliages préalablement fondus dans un creuset; les baguettes ainsi obtenues ont été recuites avant les essais.

Le Tableau numérique et la courbe ci-joints donnent les coefficients de dilatation linéaire moyens entre 25° et 250°, tels qu'ils ont été relevés sur les courbes enregistrées.

Pourcentage pondéral.	Pourcentage atomique.	$\beta.10^6$.
100	»	28,1
98,7	97,0	28,5
96,7	92,4	29,7
95,0	88,7	32,6
81,6	64,7	27,1
54,6	33,2	28,1
38,1	20,3	31,3
20,6	9,7	31,6
9,5	4,2	29,7
Al	»	27,2

Ces résultats concordent bien avec les données des analyses thermique et micrographique. La région des solutions solides du zinc dans l'aluminium en excès correspond à la portion de courbe AB. Le composé défini Al^2Zn^3 se trouve au point C. Enfin, fait intéressant à remarquer, le maximum B correspond au mélange eutectique et non pas à la solution solide, l'aluminium dans le zinc en excès.

Les courbes de dilatation de tous les alliages, dans la composition desquels entrent des cristaux de Al^2Zn^3, présentent à la température de 260°-270° une déviation indiquant un changement brusque des dimensions de l'alliage. Ceci démontre l'existence d'une transformation des cristaux de la combinaison définie, qui est accompagnée d'un changement linéaire des dimensions de 0,26 pour 100. Les phénomènes de retard aux transformations, si fréquents dans les corps solides, ne permettent pas de déterminer rigoureusement la température de cette transformation, comme cela arrive également pour la transformation bien connue des aciers. Si l'on porte en abscisse la composition des alliages et en ordonnée le changement linéaire de dimension accompagnant cette transformation, on obtient une courbe *lmn* dont le maximum correspond bien au composé défini Al^2Zn^3 et dont les ordonnées varient proportionnellement à la quantité de cristaux contenus dans l'alliage.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la formule du dérivé organo-magnésien et sur l'hydrure de magnésium.* Note (¹) de M. **Pierre Jolibois**, transmise par M. H. Le Chatelier.

J'examinerai dans ce travail s'il y a des raisons pour abandonner l'hypothèse formulée par M. Grignard (²) lui-même de représenter les dérivés organo-métalliques du magnésium (obtenus par action de l'éther halogéné sur le magnésium en présence d'éther anhydre) au moyen de la formule

$$Mg(C^2H^5)^2MgI^2.$$

1. Tout d'abord, la fixation d'éther sur ce corps qui correspond à

$$2(C^2H^5)^2O$$

comme M. Blaise (³) l'a montré, et comme je l'ai vérifié par une méthode différente au moyen des tensions de vapeurs, nous conduit à comparer cette formule à celle d'un éthérate $MgI^2\,2(C^2H^5)^2O$ isolé par Mentschukin (⁴).

2. Les raisons données par M. Grignard pour adopter la formule

$$Mg\begin{cases} I \\ C^2H^5 \end{cases}$$

ne semblent pas concluantes. Le magnésium éthyle $Mg\begin{cases} C^2H^5 \\ C^2H^5 \end{cases}$ que j'ai préparé par la méthode de Löhr (⁵) est bien insoluble dans l'éther, mais il se dissout dans une solution éthérée d'iodure de magnésium anhydre, et le liquide ainsi obtenu dégage de l'éthane pur sous l'influence de l'eau.

3. Si l'on chauffe le magnésium éthyle, il se décompose vers 170° en dégageant de l'éthylène. De même, le réactif de Grignard dont on a chassé tout l'éther de cristallisation à 95° dans le vide se décompose vers 175° en dégageant également de l'éthylène.

(¹) Transmise dans la séance du 22 juillet 1912.
(²) Grignard, *Ann. Ch. phys.*, 7ᵉ série, t. XXIV, p. 433.
(³) Blaise, *Comptes rendus*, t. **132**, p. 840.
(⁴) Mentschukin, *Zeit. an. Chem.* t. LXII, p. 395.
(⁵) Lohr, *Lieb. Ann. Chem.*, t. CCLXI, p. 48.

Ces raisons amènent à penser que la combinaison de Grignard est un complexe formé par l'action de $Mg\begin{cases}C^2H^5\\C^2H^5\end{cases}$ sur $MgI^2, 2(C^2H^5)^2O$.

4. Ce qui vient corroborer cette hypothèse est l'action du courant électrique sur le réactif de Grignard en solution concentrée.

Sous l'influence d'une forte différence de potentiel (110 volts) avec des électrodes de 1^{cm^2} environ situées à 2^{cm} de distance, on peut faire passer un courant d'environ $\frac{1}{100}$ d'ampère pendant que la liqueur s'échauffe fortement.

Du magnésium se dépose à la cathode, et l'expérience ayant été faite dans la vapeur d'éther ne nous a révélé aucun dégagement gazeux. Les ions de cette molécule complexe seraient donc Mg et $(C^2H^5I)^2$.

5. Mais ce complexe semble pouvoir se détruire sous l'influence d'une chaleur modérée, comme le montre la preuve suivante d'ordre chimique.

Lorsqu'on chauffe le réactif de Grignard en recueillant les produits gazeux qui peuvent prendre naissance, on remarque que l'éther qui est lié d'une manière réversible peut être complètement éliminé à 95°. Si l'on élève la température à 175° environ, une réaction irréversible prend naissance, un dégagement d'éthylène presque pur a lieu, puis ce dégagement cesse lorsque 2^{mol} se sont dégagées pour 1^{at} de magnésium.

A 280°, un autre gaz se dégage, que l'analyse nous a montré être de l'hydrogène pur (1^{mol} par atome de magnésium).

Ces résultats sont différents de ceux trouvés par M. Grignard. Ceci tient probablement à ce que j'ai chauffé électriquement avec une grande lenteur et que les gaz se dégageant dans un très bon vide n'ont pas pu réagir sur les produits solides pour donner des polymères.

Si l'on arrête la réaction précédente entre 175° et 280°, le corps intermédiaire obtenu doit être ou bien $Mg\begin{cases}I\\H\end{cases}$ ou MgH^2 suivant la formule dont on part $Mg\begin{cases}I\\C^2H^5\end{cases}$ ou $Mg\begin{cases}C^2H^5\\C^2H^5\end{cases}$.

Or on peut extraire presque tout l'iode du composé qui a été chauffé à 175° en le lavant à l'éther anhydre, qui dissout l'iodure de magnésium. Dans le résidu solide, pour 2^g de magnésium employé, on trouve par l'analyse 120^{mg} d'iode après ce lavage à l'éther, presque tout l'iode ayant été entraîné avec l'éther anhydre, soit $9^g,54$; 500^{mg} de magnésium ont fixé 448^{cm^3} d'hydrogène qui se sont dégagés par chauffage à 315°.

Le résidu obtenu ainsi, qui est une poudre grise dégageant par la chaleur de l'hydrogène pur en laissant un dépôt de magnésium, s'enflammant au contact de l'eau avec dégagement d'hydrogène, répond au caractère de l'hydrure de magnésium. Je l'ai obtenu par cette méthode avec 16 pour 100 de son poids d'impuretés.

Je poursuis ces recherches en essayant d'atteindre un degré de pureté plus grand de cet hydrure et de préparer par une méthode analogue les hydrures d'autres métaux.

En résumé, on peut représenter par $Mg\langle^{C^2H^5}_{C^2H^5}$, MgI^2 les composés organo-magnésiens, ce qui n'est contraire à aucun fait expérimental, permet d'expliquer aussi simplement les belles synthèses effectuées avec ce corps, et rend compte de l'obtention, par chauffage de l'organo-magnésien, d'un mélange d'iodure de magnésium et d'hydrure MgH^2.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Leucobases et colorants du diphényléthylène; oxydation par le bioxyde de plomb de la base cyclohexylidénique tétraméthylée.* Note de M. **P. Lemoult**, présentée par M. Jungfleisch.

Dans un travail paru récemment, MM. Schmidlin et von Escher (*Ber.*, t. XLV, 20 avril 1912, p. 889) formulent comme conclusion de leurs recherches l'opinion suivante : « Lemoult donne le nom de *leucobase* au tétraméthyldiamidodiphénylcyclohexylidèneméthane $C^6H^{10} = C(Dm)^2$ (composé n° I); cette base mérite la qualification de leucobase, tout aussi peu que la leucobase du vert malachite hexahydrogéné $C^6H^{11} - CH(Dm)^2$ (composé n° II). »

En ce qui concerne le composé n° II, l'affirmation de MM. Schmidlin et von Escher est inexacte, puisque j'ai montré que la *leucobase du vert malachite hexahydrogéné* se transforme, sous l'action du chloranile, en un colorant qui n'est autre que le vert malachite ordinaire (*Comptes rendus*, t. 154, 1912, p. 1354); le composé n° II est donc bien une leucobase, d'un caractère un peu spécial, il est vrai.

En ce qui concerne le composé n° I, la base cyclohexylidénique tétraméthylée (voir *Comptes rendus*, t. 155, 1912, p. 217), l'affirmation de MM. Schmidlin et von Escher est tout aussi inexacte, car cette base donne des matières colorantes par oxydation, soit avec le chloranile, soit avec le

bioxyde de plomb. Je m'occuperai, dans cette Note, uniquement du second cas, qui m'a fourni des résultats tout à fait inattendus.

La très belle coloration bleue que donne, avec le bioxyde de plomb, une liqueur acétique du composé n° I, n'étant ni celle du vert malachite, ni encore moins celle de l'hydrol, il fallait en conclure qu'une oxydation spéciale avait lieu et que son étude ne pouvait manquer de présenter de l'intérêt. Si l'on traite des quantités égales de ce composé n° I par des quantités variables correspondant à 1^{mol}, 2^{mol} et 3^{mol} de PbO^2 pour 1^{mol} de base, on obtient des solutions colorantes très différentes d'aspect, et différentes surtout par les teintures qu'elles donnent sur satinette mordancée au tannin : un beau bleu intense dans le premier cas, un bleu terne dans le deuxième, et dans le troisième cas un vert bleuâtre d'intensité assez faible.

J'ai alors étudié l'oxydation graduelle et méthodique de la leucobase n° I.

1° *Une molécule de leucobase pour une molécule d'oxydant. Formation de* $C^6H^8C(Dm)^2$.

10^g de leucobase cyclohexylidénique n° I $C^6H^{10}=C(Dm)^2$ sont dissous dans 90^{cm^3} d'acide acétique glacial (ce qui donne déjà à froid, mais surtout à chaud, une magnifique coloration bleue), et la liqueur reçoit 6^{cm^3} HCl concentré (ce qui la fait virer au jaune faible), puis elle est versée dans environ 1^l d'eau glacée (ce qui la décolore jusqu'à un très léger bleu pâle); le tout est coulé sur de la glace finement pilée et mélangée à $7^g,2$ de PbO^2 pulvérisé. Instantanément apparaît une coloration bleue magnifique et intense qui vire au bleu plus franc par addition d'acétate de sodium pour neutraliser HCl; après addition de SO^4Na^2 pour précipiter le plomb, la liqueur est filtrée rapidement. En teinture sur satinette tannée, elle donne un bleu très pur, d'intensité comparable au vert malachite à la même concentration, mais beaucoup moins vert que ce dernier. Au bout de très peu de temps, la liqueur commence à se décolorer et l'on peut facilement suivre les progrès de cette transformation par des teintures successives; au bout de 12 à 15 heures, elle n'a plus qu'une légère coloration bleue et il s'est formé un précipité qui, une fois séché, se dissout dans l'alcool bouillant qui laisse déposer à froid de très belles aiguilles fondant à 169° (la base initiale fond à 144°); la liqueur séparée du premier précipité en fournit un second par neutralisation à l'ammoniaque, et celui-ci, cristallisé à son tour dans l'alcool, se montre identique au précédent; le poids total du composé ainsi formé est de $6^g,5$ et les liqueurs alcooliques fortement colorées contiennent en outre des produits non encore isolés.

Le nouveau corps obtenu (n° III) est incolore ou légèrement verdâtre, soluble dans les acides minéraux sans coloration bien accentuée, mais soluble dans l'acide acétique avec une belle coloration bleue; l'analyse a donné : C pour 100 : 82,86 et 82,86; H pour 100 : 8,59 et 8,82; Az pour 100 : 8,53, 8,51 et 8,48, ce qui correspond à la for-

mule $C^{23}H^{28}Az^2$. Calculé : C pour 100 : 83,13; H pour 100 : 8,43 et Az pour 100 : 8,43. Cette formule, comparée à celle du produit initial (n° I), n'en diffère que par H^2 en moins, et le corps n° III peut se représenter momentanément par $C^6H^8 = C(Dm)^2$; sa formation s'explique en admettant que l'oxydation du n° I a fait apparaître, en un point de la molécule qu'il y aura intérêt à préciser, un groupe OH qui, avec 1^{at} d'hydrogène dont il faudra également préciser la place, a éliminé 1^{mol} d'eau.

La propriété la plus importante et la plus inattendue du composé n° III est d'être, à son tour, une leucobase, comme on va le voir.

2° *Deuxième oxydation. Formation d'une leucobase nouvelle.*

5^g du composé n° III obtenu ci-dessus (point de fusion : 169°) sont traités exactement dans les mêmes conditions qu'au paragraphe précédent, avec production des mêmes colorations et décolorations, et donnent, dès le contact avec PbO^2, une magnifique coloration bleue intense et pure. Ici encore, comme précédemment, la liqueur commence bientôt à se décolorer et, au bout de 12 à 15 heures, elle n'a plus qu'une légère nuance bleue; mais il y est apparu un précipité légèrement coloré en vert qui est recueilli, puis réuni au précipité que donne la liqueur filtrée quand on la traite par l'ammoniaque, après qu'il a été constaté que les deux précipités ont les mêmes propriétés principales; le rendement est d'environ 2^g à $2^g,5$.

Le nouveau corps ainsi obtenu, n° IV, cristallise assez difficilement dans l'alcool en solution très concentrée, et se présente sous forme de cristaux incolores dont le point de fusion instantanée au bloc Maquenne est 228°. Jusqu'ici je n'ai pu établir sa formule, mais j'ai observé ce qui est le point essentiel pour le moment, que ce corps n° IV est une leucobase, et qu'il diffère notablement de la leucobase du vert malachite $C^6H^5 - CH(Dm)^2$ (corps n° V), d'abord par la différence considérable des points de fusion, puis par la différence de réaction à l'égard du bioxyde de plomb, puis enfin par la différence considérable des colorants qu'ils engendrent.

Toutes conditions restant les mêmes, les produits n° IV et n° V m'ont donné, avec le chloranile, des solutions alcooliques fortement colorées qui ont été examinées au spectroscope.

	N° IV. Leucobase, p. f. 228°.	N° V. (Vert malachite).
1^g par litre.........	Rien ne passe	Bande rouge très belle (10-15 du micromètre)
1^g dans 2^l.........	Rien ne passe	Bande rouge (9-18)
1^g dans 3^l..........	Pas de rouge. Bande verte très belle (73-110)	Rouge (12-19); Vert (84-105)
1^g dans 5^l..........	Pas de rouge. Bande verte très belle (63-120)	Rouge (12-21); Vert (80-109)

Donc, contrairement à l'opinion de MM. Schmidlin et von Escher, la base cyclohexylidénique n° I est une leucobase qui, avec PbO^2, donne un bleu pur dont la solution aqueuse se décolore en donnant un composé n° III : $C^6H^8 = C(Dm)^2$. Celui-ci est également une leucobase se colorant en un beau bleu par PbO^2; la solution aqueuse de ce nouveau colorant se décolore en fournissant le composé cristallisé n° IV qui est, à son tour, une leucobase nettement différente de la leucobase du vert malachite.

MÉDECINE. — *Traitement de l'hypertension artérielle par l'électrisation de l'abdomen et de la région rénale.* Note [1] de M. E. **Doumer**, présentée par M. d'Arsonval.

Depuis 1906, j'ai remarqué que la voltaïsation intense de l'abdomen faite par voie percutanée exerce une action manifeste sur la circulation périphérique.

Cette action se traduit objectivement par un abaissement de la tension artérielle (mesurée à la radiale) chez les hypertendus et subjectivement par une diminution, voire une disparition complète des phénomènes qui accompagnent l'hypertension tels que bourdonnements, froid aux pieds et aux mains, vertiges, etc.

Cette diminution de la tension artérielle est en général lente à se produire, bien plus lente notamment que celle que l'on obtient avec la méthode de M. Moutier.

Au début de ces observations j'attribuais ces résultats à la guérison de la constipation contre laquelle ce traitement était d'ailleurs exclusivement dirigé. Je supposais qu'en régularisant les fonctions intestinales on faisait cesser la production de toxines, cause possible de l'hypertension. J'étais d'autant plus porté à accepter cette explication que je trouvais en général un certain parallélisme entre les retours de la constipation et les retours de l'hypertension artérielle, et que je n'arrivais à une disparition définitive de ce dernier symptôme que lorsque la constipation était définitivement vaincue.

Il est possible que cette explication soit vraie dans un grand nombre de cas, mais elle n'est certainement pas toujours exacte, car j'ai observé des abaissements de l'hypertension à la suite de la voltaïsation intense de l'ab-

---

[1] Présentée dans la séance du 22 juillet 1912.

domen chez des malades qui n'avaient aucun trouble apparent des fonctions intestinales.

Pour expliquer dans ces cas les phénomènes observés, on peut faire deux hypothèses : ou bien admettre que l'électrisation exerce directement une action sur la circulation abdominale en produisant une vaso-dilatation énergique, ou bien qu'elle agit en modifiant les conditions pathologiques des capsules surrénales, conditions dont M. Vaquez a bien montré toute l'importance au point de vue de la pathogénie de l'hypertension.

Ces deux hypothèses sont également admissibles; malheureusement nous n'avons aucun moyen précis de juger cliniquement entre elles, car il est impossible de localiser l'action de l'énergie électrique sur les capsules ou sur la circulation abdominale; on ne peut jamais, quelque artifice qu'on emploie, électriser les unes sans l'autre; il se produit en effet, quoi qu'on fasse, des dérivations de courant suffisamment importantes pour rendre illusoire toute tentative de localisation.

Cependant, c'est à l'hypothèse de l'action de l'électricité sur les capsules surrénales qu'iraient toutes mes préférences, d'abord par ce fait que l'intervention électrique est nettement plus efficace lorsque l'une des électrodes est placée dans la région des reins, c'est-à-dire au niveau des dernières vertèbres dorsales, l'autre électrode étant placée sur le ventre, et puis parce que l'abaissement de la tension se fait lentement, d'une façon progressive, comme si l'état pathologique qui cause l'hypertension disparaissait lentement et progressivement, tandis que si cet abaissement était dû à une vaso-dilatation, il serait plutôt brusque et passager.

Quoi qu'il en soit de l'explication du phénomène, je crois que, dans tous les cas où la méthode de M. Moutier n'agit pas très rapidement, il sera sage de lui adjoindre l'électrisation abdominale par voie percutanée.

On emploiera de préférence la voltaïsation intense, mais on pourra sans inconvénients y ajouter la faradisation sous forme de galvano-faradisation. On pourra aussi lui substituer les courants alternatifs dont les effets me paraissent être tout aussi bons.

La technique sera la même que celle du traitement de la colite mucomembraneuse, avec cette différence que l'une des électrodes sera placée un peu au-dessus de la région lombaire, d'une façon plus précise au niveau de la onzième, de la douzième dorsale et de la première lombaire.

TOXICOLOGIE. — *Contribution à l'étude de la toxicité de la β-imidazoléthylamine.* Note de MM. **Albert Berthelot** et **D.-M. Bertrand**, présentée par M. E. Roux.

A la suite des travaux qui ont montré la présence de la β-imidazoléthylamine dans l'ergot de seigle, Dale et Laidlaw (¹) ont fait une étude pharmacodynamique très complète de cette substance et ont établi sa grande toxicité pour le cobaye et le lapin. Ils ont en outre observé que le chat est notablement moins sensible que ces deux rongeurs à l'action de cette base. Comme nous avons constaté (²) que l'intestin de l'homme renferme parfois des microbes capables d'y produire de la β-imidazoléthylamine en décarboxylant l'histidine, nous avons entrepris de préciser autant que possible la part éventuelle de cette ptomaïne dans les effets de l'auto-intoxication intestinale (³).

Dès le début de nos recherches, nous avons jugé indispensable de compléter les notions que nous possédions sur sa toxicité en étudiant ses effets sur un organisme plus voisin de l'homme que celui des rongeurs et des carnivores; nous avons donc fait quelques expériences sur des singes (*Macacus cynomolgus* et *M. sinicus*) dont le poids variait entre 1100^{g} et 1300^{g}. Nous avons utilisé pour nos essais du chlorhydrate de β-imidazoléthylamine obtenu par voie biochimique et que nous devons à l'amabilité de M. F. Hoffmann-La Roche.

Nous avons injecté dans la saphène des animaux en expérience des doses progressivement croissantes de l'amine, allant de 8^{mg} à 45^{mg}, en solution étendue rendue isotonique. Les symptômes obtenus ont toujours été les mêmes, seule leur intensité variant parallèlement avec les doses injectées. Quelques instants après l'injection, l'animal présente quelques soubresauts, il émet des urines et des selles semi-fluides, sa respiration devient difficile, et de sa bouche sort une salive spumeuse; il manifeste une

(¹) Dale et Laidlaw, *Journ. of. Physiol.*, t. XLI, 1910, p. 318.

(²) A. Berthelot et D.-M. Bertrand, *Comptes rendus*, 10 juin 1912; *Comptes rendus*, 1er juillet 1912.

(³) Étant données la similitude du choc anaphylactique avec l'intoxication aiguë du cobaye par l'imidazoléthylamine et, d'autre part, la facilité qu'ont certains microbes de produire cette ptomaïne, il semble qu'il faudrait aussi reprendre sur de nouvelles bases l'étude des anaphylotoxines microbiennes, en mettant à profil ce qu'on sait maintenant sur la constitution chimique des albuminoïdes et de leurs produits de digestion.

très grande tendance au sommeil avec révolution musculaire presque complète. La sensibilité n'est pas abolie; si l'on excite l'animal, il se réveille pour s'affaisser aussitôt que cette excitation cesse. Peu à peu, les mouvements respiratoires se régularisent, le singe finit par se rétablir, l'ensemble de ces symptômes dure environ 45 à 60 minutes.

Enfin, nous avons atteint la dose mortelle en injectant dans la veine d'un macaque de 1250^{g}, 65^{mg} du chlorhydrate de la base. Quelques minutes après l'injection l'animal est pris d'une dyspnée très vive en même temps que survient de la parésie des membres postérieurs. La dyspnée s'accentue pendant qu'apparaissent les symptômes habituels : miction, défécation, salivation.

Il fait des efforts violents pour vomir. L'animal se traîne péniblement avec ses membres antérieurs, le train postérieur étant complètement paralysé.

La paralysie s'installe aux membres antérieurs. Le singe somnolent, le faciès grippé est en révolution complète et cette fois-ci parfaitement insensible; si l'on relève les paupières on constate que la pupille est largement dilatée. Le réflexe cornéen est aboli, les contractions du diaphragme deviennent plus violentes en même temps que les mouvements respiratoires plus rares et plus difficiles. Enfin, l'animal succombe 20 minutes après avoir reçu la ptomaïne. L'autopsie faite 5 minutes après la mort montre le cœur arrêté en diastole, les poumons distendus; l'intestin présente encore de faibles mouvements péristaltiques.

Il résulte de ces expériences que la toxicité du chlorhydrate de β-imidazoléthylamine est bien moindre pour le singe que pour le cobaye, le lapin et même le chat. En effet, la dose mortelle, par kilogramme d'animal et par voie intra-veineuse, est pour le cobaye d'un $\frac{1}{2}$ à $\frac{3}{4}$ de milligramme; pour le lapin elle est encore très faible : 1^{mg} environ; chez le chat elle n'a pas été déterminée, mais il résulte des recherches de Dale et Laidlaw qu'elle est certainement supérieure à 10^{mg}; enfin, chez le singe (Macaque), elle atteint 50^{mg}.

D'autre part, quand on injecte dans les veines la dose strictement nécessaire pour produire la mort, la marche de l'intoxication est très différente suivant l'espèce animale. Chez le cobaye et le lapin, la mort survient en quelques minutes à la suite de symptômes rappelant à s'y méprendre les caractères et la violence du choc anaphylactique [1]; au contraire, chez le macaque, l'intoxication se fait moins vite, avec une prépondérance marquée des effets narcotiques du poison. Ces effets, qu'on ne constate chez le cobaye, le lapin ou le chat qu'avec les doses insuffisantes pour produire la mort, semblent se manifester d'autant mieux que l'organisme sur lequel il agit se rapproche davantage de l'organisme humain.

---

(1) Cette ressemblance nous a engagés à rechercher si l'imidazoléthylamine peut produire l'anaphylaxie, nous avons déjà pu constater que l'injection sous-cutanée de 2^{mm},5 du sel toxique ne sensibilise pas les cobayes pour une injection sous-duremérienne de $\frac{1}{10}$ de milligramme faite 15 jours après.

D'autre part, nous avons observé, sur le cobaye, qu'une dose de 5^{mg}, sûrement mortelle même par voie sous-cutanée, ne produit aucun symptôme d'intoxication apparent lorsqu'on l'injecte dans une anse intestinale.

D'après ce que nous avons constaté au point de vue de la toxicité chez le singe, et de l'efficacité de la barrière hépatique chez le cobaye pourtant si sensible, il semble qu'il n'y a pas lieu de s'exagérer *a priori*, au point de vue de ses effets immédiats chez l'homme, le rôle possible de l'imidazoléthylamine d'origine intestinale; mais, par contre, les effets si marqués et si électifs de cette base sur certains systèmes et appareils de l'organisme, nous engagent à étudier son action chronique. Produite d'une façon continue dans l'intestin des sujets qui possèdent les microbes dont nous avons établi l'existence, il est vraisemblable qu'à la longue elle doit produire des lésions, ne serait-ce que dans l'organe qui a pour fonction de la retenir ou de la neutraliser.

La β-imidazoléthylamine existant dans l'ergot de seigle, il est vraisemblable qu'on essaiera de l'utiliser en thérapeutique; étant donné que le singe est un animal très voisin de l'homme, il semble possible d'admettre que la toxicité de cette base pour l'organisme humain n'est pas tellement grande qu'elle puisse s'opposer à une application de ce genre.

HYGIÈNE ALIMENTAIRE. — *Du rôle de la caféine dans l'action cardiaque du café.* Note de MM. **H. Busquet** et **M. Tiffeneau**, présentée par M. Ch. Moureu.

Aubert et Dehn (¹), Binz (²), Bötticher (³) ont posé et résolu négativement la question de savoir si la caféine est le facteur principal de l'action cardiaque du café. Boruttau (⁴), d'après des expériences faites chez le lapin comparativement avec du café ordinaire et du café décaféiné, conclut au contraire que la caféine est, en dehors des sels de potassium, le seul agent du café capable d'influencer le cœur. Le problème abordé par ces pharmacodynamistes nous a paru, en raison de son importance diététique, mériter une étude systématique et approfondie. Pour la réaliser nous avons expé-

(¹) Aubert et Dehn, *Pflüger's Archiv*, t. IX, 1874, p. 115.
(²) Binz, *Arch. f. exp. Path. u. Pharm.*, t. IX, 1879, p. 31.
(³) Bötticher, *Chemiker Zeitung*, 25 novembre 1908, p. 616.
(⁴) Boruttau, *Zeitsch. f. physik. u. diätet. Ther.*, t. XII, 1908-1909, p. 138-145.

rimenté les effets de la caféine, du café ordinaire et du café décaféiné, d'une part, sur le cœur de lapin isolé et, d'autre part, sur le cœur de chien *in vivo*.

I. *Technique et matériel expérimental.* — Les cafés que nous avons utilisés étaient des cafés torréfiés (1). D'après nos dosages, le café ordinaire contenait 1g,09 pour 100 de caféine et le café décaféiné 0g,08 pour 100. Nous avons préparé avec ces produits des infusions à 25 pour 100; l'infusion de café ordinaire renfermait donc environ 0g,25 pour 100 de caféine. Dans nos expériences sur le cœur de lapin isolé, nous faisions des circulations coronaires successivement avec une solution de Ringer-Locke et avec cette même solution additionnée de caféine, d'infusion de café ordinaire ou d'infusion de café décaféiné. Chez les chiens, nous inscrivions tantôt la pression carotidienne, tantôt le cardiogramme de décubitus latéral gauche (position de Pachon).

Chez quelques animaux soumis à la respiration artificielle, nous avons ouvert le thorax pour enregistrer directement les battements cardiaques. Un hameçon était piqué dans le ventricule, relié à un tambour manipulateur en relation lui-même avec un tambour inscripteur. Cette dernière technique était plus particulièrement utilisée pour étudier les variations d'amplitude des systoles sous l'influence des diverses préparations.

II. *Expériences sur le cœur isolé de lapin.* — La caféine provoque sur le cœur isolé de lapin une diminution d'amplitude et un ralentissement des battements cardiaques. Cet effet peut être précédé d'une courte période d'accélération avec augmentation de la hauteur des systoles (2). La caféine commence à être active à la dose de 1 pour 100000; à 1 pour 5000, elle devient très toxique.

Le café ordinaire, employé à des doses telles que la teneur du liquide de perfusion en caféine varie entre 1 pour 100000 et 1 pour 5000, présente les mêmes modalités d'action que la caféine elle-même.

Enfin le café décaféiné, ajouté à la solution de Ringer-Locke à la même dose que le café ordinaire, exerce lui aussi une influence hypotonique et

(1) Dans le café ordinaire torréfié, la caféine se trouve probablement mise en liberté du fait même de la torréfaction; au contraire, dans d'autres préparations, et plus spécialement dans le café vert étudié par V. Pachon et E. Perrot au point de vue de son action cardio-vasculaire (*Comptes rendus*, 21 juin 1909), la caféine existe sous forme d'un complexe, le *chlorogénate de* K. Il importe donc, dans les recherches expérimentales de cet ordre de bien spécifier quel café on a utilisé.

(2) K. Hedbom (*Skand. Arch. f. Physiol.*, 1898, p. 147-228) considère la caféine comme un agent tonique du cœur isolé; cet effet est très inconstant et très passager

ralentissante, précédée quelquefois d'une brève période d'augmentation d'amplitude avec accélération.

En résumé, l'effet de ces diverses préparations sur le cœur isolé, même à faibles doses, est surtout un effet toxique. Dans le café ordinaire, cette toxicité est due, en dehors de la caféine, à des agents probablement multiples parmi lesquels prennent place les sels de potassium (Aubert et Dehn) et dont l'action se manifeste encore dans le café décaféiné. Mais il convient de remarquer que ces expériences sur le cœur isolé ne sauraient résoudre la question de l'action cardiaque du café telle qu'elle se pose chez l'homme. On sait parfaitement, en effet, que diverses substances (par exemple l'extrait de viande) sont très nocives pour le cœur isolé et ne provoquent aucun trouble cardiaque appréciable chez l'individu qui les consomme. Des expériences *in vivo* s'imposent donc comme suite indispensable aux recherches sur le cœur isolé.

III. *Expériences sur le cœur de chien, in vivo.* — Nous avons injecté chez le chien par voie intra-veineuse des doses de caféine variant entre $0^g,002$ et $0^g,01$ par kilo et des doses de café ordinaire et de café décaféiné variant entre 1^{cm^3} et 3^{cm^3} d'infusion par kilo d'animal.

Nous avons tout d'abord cherché si ces solutions provoquent des modifications d'amplitude des battements cardiaques. La caféine, conformément, d'ailleurs aux résultats déjà publiés par Cushny, Bert et Van Naten [1], n'influence pas la hauteur des systoles. Avec les cafés ordinaire et décaféiné, on observe pendant quelques minutes après l'injection une diminution d'amplitude suivie bientôt du retour intégral à l'état primitif.

Il restait à étudier l'influence de ces diverses préparations sur le rythme cardiaque. Comme l'ont déjà vu beaucoup de pharmacodynamistes, la caféine, à la dose de $0^g,002$ par kilo d'animal, accélère d'une manière durable les battements du cœur; avec des doses plus fortes ($0^g,005$ par kilo), la fréquence des systoles peut augmenter du simple au double. Cet effet est très durable; il se prolonge environ pendant 1 heure.

Le café ordinaire, à une dose correspondant à $0^g,002$ de caféine par kilo, provoque également une pareille accélération. Celle-ci est immédiate avec la caféine; avec le café ordinaire, elle n'apparaît que 3 ou 4 minutes après l'injection. Le café contient, en effet, des substances telles que les sels de K, qui peuvent gêner ou masquer quelque temps l'action de la caféine.

(1) Cushny, Bert et Van Naten, *Arch. intern. de Pharmac. et de Thér.*, t. IX, 1901, p. 169-179.

Enfin le café décaféiné est dépourvu de toute action accélératrice; même à doses extrêmement fortes (6^{cm^3} par kilo), il est incapable d'augmenter le nombre des battements cardiaques dans l'unité de temps.

Résumé expérimental et conclusions. — *Sur le cœur isolé* de lapin, la caféine et les divers cafés exercent une action manifestement toxique. Ce fait, énoncé simplement à titre documentaire, ne permet aucune conclusion sur l'action cardiaque de ces produits dans les conditions où ils sont consommés par l'homme.

In vivo, chez le chien, la caféine accélère notablement les battements du cœur, et c'est là, d'ailleurs, la seule particularité vraiment nette de l'action cardiaque de cette substance. Cette influence accélératrice se retrouve intégralement après l'injection de café ordinaire. Elle fait totalement défaut avec le café décaféiné. La caféine est donc l'agent principal de l'action cardiaque du café.

EMBRYOGÉNIE. — *Parthénogenèse dégénérative chez l'* Ascaris megalocephala. Note de M. E. **Fauré-Frémiet**, présentée par M. Henneguy.

Les organes génitaux mâles et femelles sont constitués chez l'*Ascaris* par deux sortes d'éléments dérivés les uns et les autres de la différenciation de la masse syncytiale germinative embryonnaire. Ce sont d'une part les cellules pariétales du tube sexuel et d'autre part les cellules germinatives proprement dites. Si l'on examine le tube sexuel d'*Ascaris megalocephala* mâles et femelles, longs de $0^m,07$ à $0^m,10$, on constate que celui-ci comprend deux parties nettement différenciées : l'une supérieure, longue, pelotonnée, comprenant ce qui deviendra plus tard la zone germinative, plus la zone d'accroissement; l'autre, inférieure, plus courte, constituant l'utérus et le vagin, ou l'ampoule séminale et le *ductus ejaculatorius*. Les cellules pariétales de ces dernières parties ont déjà les principaux caractères des cellules à villosités de l'organe définitif adulte; mais la cavité centrale de cette partie du tube sexuel, occupée chez l'adulte par des cellules génitales mûres, est remplie de mucus. La zone germinative seule des organes génitaux des *Ascaris* de cette taille est occupée par des cellules germinatives au stade de gonies.

Il est constant qu'un certain nombre de gonies dégénèrent aussi bien chez le mâle que chez la femelle; mais cette dégénérescence se manifeste de deux façons; ou bien elle a lieu sur place, au stade de synizésis : le noyau

se transforme par pycnose en une petite masse chromatique dans laquelle on distingue parfois quatre masses étroitement accolées et correspondant à des chromosomes; en même temps, le cytoplasma s'altère, devient homogène et fortement éosinophile; la gonie se transforme ainsi, comme l'avait supposé O. Hertwig, en un *corpuscule résiduel* (Van Beneden et Julin). Ou bien elle a lieu en dehors de la zone germinative, des gonies étant accidentellement entraînées soit dans l'utérus, soit dans l'ampoule séminale. Chez le mâle, les spermatogonies tombées prématurément dans l'ampoule séminale ne subissent pas d'importantes modifications; leur noyau se fragmente en deux, trois ou quatre parties, et c'est tout.

Chez la femelle, les oogonies entraînées dans le mucus utérin subissent, au contraire, une évolution que je crois pouvoir comparer aux phénomènes décrits par M. Henneguy dans certains cas d'atrésie folliculaire, sous le nom de parthénogenèse dégénérative.

On voit en effet toutes les transitions entre des oogonies ou des groupes d'oogonies à noyau entier, d'autres oogonies à noyau double, et des groupes de cellules de plus en plus petites, dont les noyaux se multiplient par amitose, et qui ne peuvent résulter que de la segmentation des oogonies primitives.

Les groupes de cellules de segmentation présentent toujours une cavité centrale; ils forment soit de petites blastulas sphériques et régulières constituées par une seule couche de cellules, soit des formes pseudo-embryonnaires ovoïdes avec un blastocœle allongé et des épaississements terminaux constitués par deux assises cellulaires.

Cette segmentation parthénogénétique ne va pas plus loin et les pseudoblastulas sont probablement expulsées ou résorbées. Il faut remarquer que la segmentation des oogonies ainsi détachées de la région germinative est assez régulière, mais ne ressemble en rien au mode de segmentation normal de l'œuf d'*Ascaris*.

BACTÉRIOLOGIE. — *Sur la vaccination anticlaveleuse par virus sensibilisé. Titrage du vaccin. Mélanges virus-sérum titrés.* Note de MM. **J. Bridré** et **A. Boquet**, présentée par M. E. Roux.

Pour qu'un vaccin anticlaveleux préparé selon la méthode que nous avons indiquée [1] puisse être régulier dans ses effets (intensité de la réaction

[1] *Comptes rendus*, t. 154, 15 janvier 1912, p. 144, et 6 mai 1912, p. 1256.

locale, principalement), il est indispensable de connaître l'activité du virus employé et de proportionner à cette activité le taux de la dilution vaccinale.

Or l'activité du virus varie avec la réceptivité du sujet porte-virus, et son état d'embonpoint avec l'ancienneté de la lésion claveleuse ; elle varie aussi avec la finesse du broyage, la rapidité de la centrifugation, etc. On peut admettre, d'autre part, que l'activité est en raison directe du *nombre des germes* plutôt que de leur *virulence* qui, après une longue série de passages, doit être à peu près constante.

Il importe donc de pouvoir titrer la richesse (relative) en germes d'un virus claveleux qui doit être transformé en vaccin. Nous y sommes arrivés par la réaction de la déviation du complément.

L'observation nous a montré qu'une dilution à $0^g,01$ par centimètre cube d'eau physiologique de culot de première centrifugation (cf. première Note) qui fixe, à la dose de $0^{cm^3},4$, une fois et demie la dose active minima d'alexine, possède l'activité convenable pour faire un bon vaccin. La dilution finale de ce virus, après sensibilisation, étant de $0^g,005$ par centimètre cube et la dose convenable de $0^{cm^3},2$ de dilution par animal, chaque dose renferme ainsi $0^g,001$ de culot de centrifugation. C'est notre *virus-type*.

Partant de ces données, nous pouvons déduire la richesse en germes d'un virus en la comparant à celle du virus-type.

L'alexine et le sérum hémolytique étant préalablement dosés, Al représente une fois et demie la dose active minima d'alexine, Sh représente une fois et demie la dose active minima de sérum hémolytique (bouc anti-cheval). Le virus est une dilution de culot de première centrifugation à $0^g,01$ par centimètre cube.

Alexine de cobaye à $\frac{1}{20}$.	Sérum anticlaveleux.	Virus.	Eau physiologique.	Sérum hémol.	Globules de cheval à $\frac{1}{5}$.	Eau physiologique.
Al	0,6	0,1	quantité suffisante	Sh	3 gouttes	quantité suffisante
»	»	0,2	pour	»	»	pour
»	»	0,3	compléter	»	»	compléter
»	»	0,4	à 2^{cm^3}.	»	»	à 3^{cm^3}.
»	»	0,5		»	»	
Témoin	Témoin	»		»	»	
	1 heure à 37°.				30 minutes à 37°.	

On détermine ainsi la quantité minima de virus capable de fixer Al. Si cette quantité est 0,4, on fera la dilution finale au taux de celle du virus-type. Si elle est inférieure, c'est que le virus renferme plus de germes; s'il y a déviation de $0^{cm^3},3$ par

exemple, la quantité de culot de centrifugation à employer, après sensibilisation, sera les trois quarts de celle du virus-type : on diluera en conséquence. Si elle est supérieure, c'est que le virus renferme une plus faible quantité de germes et qu'il devra être dilué dans une proportion moindre, facile à établir.

Point n'est besoin de titrer le sérum anticlaveleux, puisqu'on l'emploie en excès pour l'éliminer ensuite.

Mélanges titrés virus-sérum. — On peut obtenir un vaccin aussi actif et aussi sûr en mélangeant au virus la quantité de sérum anticlaveleux *strictement nécessaire* à sa sensibilisation. La centrifugation devient inutile. Le vaccin est alors constitué par un mélange virus-sérum, datant de 24 heures au moins, dans lequel tout le virus est parfaitement sensibilisé et le sérum totalement épuisé en sensibilisatrice.

Le *titrage du sérum* se fait selon le protocole adopté ci-dessus, en faisant varier les quantités de sérum en présence d'une dose fixe d'antigène. On détermine ainsi la proportion de sérum à ajouter à la dose préalablement établie de virus titré.

Si, au lieu de dilution aqueuse de culot de centrifugation, on utilise la lymphe claveleuse (claveau), le titrage du virus se fait de la même manière; mais la petite quantité de lymphe, destinée à la réaction, doit être préalablement chauffée une demi-heure à 57° pour la débarrasser de l'alexine qu'elle renferme.

Ces différents vaccins titrés ont été utilisés parallèlement sur 900 animaux : ils ont fourni des résultats absolument comparables.

BACTÉRIOLOGIE. — *Action de certains éthers de la glycérine sur le bacille de la tuberculose.* Note de M. **A.-T. Salimbeni**, présentée par M. E. Roux.

J'ai utilisé, dans la plus grande partie de mes recherches, les éthers de la glycérine formés par l'acide chlorhydrique : mono-, di-, tri-chlorhydrine.

Une série d'expériences préliminaires m'ayant montré : 1° que la mono- et la dichlorhydrine dissolvent à froid une matière grasse obtenue du bacille de la tuberculose par l'acétone, tandis qu'elles n'ont aucune prise sur une substance cireuse extraite par le chloroforme et insoluble dans l'acétone; 2° que la trichlorhydrine est, dans les mêmes conditions, un dissolvant

énergique de cette graisse et de cette cire (¹); je voulus voir ce que deviennent les bacilles de la tuberculose mis en présence de ces glycérides.

Pour la monochlorhydrine, très soluble dans l'eau, et pour la dichlorhydrine peu soluble, j'ai utilisé les microbes humides tels qu'on les a des cultures : pour la trichlorhydrine, absolument insoluble dans l'eau, des bacilles desséchés dans le vide en présence de H^2SO^4.

D'une façon générale, lorsqu'on fait agir ces éthers de la glycérine sur les bacilles de la tuberculose, on observe une série de modifications plus ou moins rapides et profondes suivant la quantité, par rapport à la masse microbienne, des éthers employés et leur nombre de radicaux acides.

Pour un mélange à parties égales de microbes et de mono- ou dichlorhydrine, la masse microbienne, malaxée dans un mortier, se transforme en quelques secondes en une pâte huileuse, homogène, plus ou moins collante. En ajoutant encore quelques gouttes du réactif, on la voit se transformer en un liquide fortement louche qui s'éclaircit de plus en plus au fur et à mesure qu'on augmente la proportion du glycéride. Quand on fait agir la trichlorhydrine sur des microbes desséchés et finement broyés, on obtient de suite une émulsion très fine et plus transparente que celles obtenues par la mono- et dichlorhydrine. Toutes proportions gardées en tenant compte de la rapidité d'action, de l'aspect des émulsions, de la finesse et transparence des amas microbiens en suspension dans le liquide, on doit reconnaître que l'action de la trichlorhydrine sur le bacille de la tuberculose est plus énergique et complète que celle de la dichlorhydrine et que celle-ci est à son tour plus active que la mono. L'examen microscopique après coloration (Ziehl et bleu) des bacilles traités par ces éthers confirme cette constatation.

Par l'action de la trichlorhydrine, les microbes perdent, en quelques minutes, leur acido-résistance, deviennent granuleux et se laissent facilement colorer par le bleu : sur les préparations à côté des microbes ainsi transformés, on rencontre des masses plus ou moins volumineuses, tout à fait opaques et d'aspect cireux. En prolongeant le temps de contact, tous les microbes finissent par se transformer en une substance granuleuse, amorphe, ne prenant plus la couleur. Il faut quelques heures de contact pour que les bacilles traités par la dichlorhydrine perdent leur acido-résistance, et 2 jours au moins pour la transformation en masses amorphes; le dernier stade n'est jamais atteint d'une façon aussi complète par l'action de la monochlorhydrine.

L'âge des cultures est un facteur absolument négligeable quand on fait

(¹) Je dois les substances grasse et cireuse à l'obligeance de M. Alilaire qui les avait extraites d'un bacille tuberculeux vivant (*Comptes rendus*, 9 décembre 1907).

agir sur les microbes la trichlorhydrine; pour la mono- et la dichlorhydrine, au contraire, la transformation est plus rapide et complète quand on emploie les microbes provenant des cultures jeunes (15-20 jours) que lorsqu'on se sert de vieilles cultures.

Les microbes traités par les éthers de la glycérine, repris par l'eau, abandonnent, en assez grande quantité, une substance soluble dans l'eau et complètement précipitable par 3vol d'alcool absolu.

On obtient cette substance, soit en traitant par l'eau le dépôt microbien séparé, par centrifugation ou filtration, du glycéride employé; soit, ce qui est encore plus simple, en ajoutant directement l'eau au mélange microbes et glycéride. On agite fortement pendant quelques minutes et l'on filtre.

La masse microbienne initiale se trouve donc à la suite de ce traitement séparée en deux parties, l'une soluble, l'autre insoluble dans l'eau. Celle-ci renferme à côté des graisses et cires, enlevées par l'eau au glycéride qui les avait dissoutes, la partie azotée du microbe. Par combustion elle dégage l'odeur caractéristique de corne brûlée et fournit d'ailleurs à l'analyse les réactions caractéristiques de l'azote et des matières albuminoïdes.

Tout au contraire, il ne nous a pas été possible, par les méthodes les plus sensibles (chaux soudée, ferrocyanure, sulfocyanure), de mettre nettement en évidence la présence d'azote dans la partie soluble dans l'eau et précipité par l'alcool, le précipité est insoluble dans l'éther sulfurique et dans le mélange alcool-éther. Repris par l'eau, il n'entre que partiellement en solution, la partie insoluble donnant une émulsion très homogène qui dépose avec lenteur.

Je signalerai en dernier lieu l'action bactéricide très énergique que les éthers de la glycérine que nous avons étudiés possèdent vis-à-vis du bacille de la tuberculose dont on connaît la grande résistance aux antiseptiques les plus actifs, aux bases et même aux solutions relativement assez fortes des acides minéraux. Le temps strictement nécessaire pour assurer le mélange glycérides et microbes (quelques secondes pourrait-on dire) est suffisant pour les tuer. Ensemencés sur les milieux de culture les plus favorables après avoir été débarrassés du réactif par plusieurs lavages à l'eau et centrifugation, ils ne donnent lieu à aucun dévelopement. Ils sont de plus absolument incapables de donner la maladie au cobaye.

Je poursuis des recherches sur l'action biologique de la substance soluble dans l'eau et du reste bacillus sur les animaux neufs et sur les animaux tuberculeux.

GÉOLOGIE. — *Sur l'âge des formations cristallines du Péloponèse.* Note de M. **Ph. Négris**, transmise par M. H. Douvillé.

Dans une Note précédente (17 juin 1912), j'ai montré que les formations cristallines de l'Attique appartiennent au Trias. D'autre part les formations cristallines du Péloponèse avaient été assimilées à celles de l'Attique, soit par les savants de l'Expédition scientifique de Morée, soit par M. Philippson. M. Cayeux a été encore plus loin : il a formulé la présomption qu'elles devaient être triasiques, comme celles de l'Attique. Il était intéressant de vérifier ces conjectures et c'est ce que nous avons pu réaliser, du moins pour les roches cristallines qui percent entre les monts Ziria et Chelmos.

Si, en effet, du couvent de Saint-Georges, situé entre ces deux chaînons, on suit le sentier qui conduit à Plarriteru, vers l'Ouest, on marche d'abord sur les schistes cristallins micacés, tantôt satinés et diversement colorés, tantôt très quartzeux avec bancs calcaires aussi micacés, tels qu'en présentent les horizons les plus inférieurs du mont Hymette, dans l'Attique. On ne tarde pas à rencontrer, sur le sentier même, ces formations recouvertes par le calcaire crétacé, à Rudistes, de Tripolitsa. Mais entre les deux formations s'intercale une brèche calcaire, teintée en rouge, pareille à celle qui termine le Trias moyen vers le bas, en Grèce, et surmontée d'un calcaire compact, gris clair. Ce dernier présente *Thecosmilia clathrata* du Trias supérieur, tandis que la brèche présente des algues siphonées (Gyroporelles). En avançant encore vers le col, on arrive à une source à 1240^{m} environ, où l'on observe, sur les schistes satinés bleus et verts, une dolomie blanchâtre, à 33,06 pour 100 de CaO, 14,33 de MgO et 0,70 de silice. Plus loin apparaît de nouveau le Trias supérieur, représenté par un calcaire tigré à *Thecosmilia cyanophylloides* et à algues siphonées (probablement *Gyroporella vesiculifera*). Ce calcaire est transgressif et discordant sur des schistes micacés, franchement cristallins, aussi bien que sur une dolomie caverneuse (cargneule). J'ai récolté aussi, dans cette région, des fragments de la brèche teintée en rouge, ainsi que des fragments d'un marbre gris à *Gyroporella annulata* (?) appartenant sans doute au Trias moyen. Quant aux schistes micacés, ils sont ici très développés, de direction NO, avec prolongement à l'Ouest, et alternent avec des bancs calcaires jaunes micacés tenant jusqu'à 24 pour 100 de silice; ils présentent aussi quelques bancs

d'une brèche noire calcaire. Dans tous ces bancs calcaires, on distingue à la loupe les algues siphonées.

Un peu avant le col, le calcaire crétacé gris de Tripolitsa recouvre le tout en discordance. On a donc encore ici le Crétacé reposant sur le Trias directement, et l'on retrouve aussi la discordance entre le Trias supérieur et les couches triasiques inférieures, discordance que nous avons signalée dans l'Attique.

Cette même discordance a été signalée par les savants de l'Expédition de Morée dans les formations cristallines du Péloponèse, entre le groupe le plus ancien de ces terrains, composé de micaschistes, de schistes argileux, de quartzites et calcaires, et le groupe supérieur composé de schistes argileux, de schistes talqueux, d'anagénites, de psammites schistoïdes et d'une série de marbres veinés (p. 80, 90 et 104). Parmi les régions dans lesquelles ils ont observé les deux groupes, ils rangent précisément celle du Ziria, que nous avons décrite ci-dessus (p. 96 et 108). Nous avons retrouvé, en effet, les schistes micacés sous les calcaires discordants à *Thecosmilia cyanophylloides*. Les premiers répondent au premier groupe; les calcaires discordants tigrés au deuxième, ainsi que des schistes et grauwackes, pareils à la formation des schistes d'Athènes, qui se trouvent plus à l'Est, au-dessus de Goura. Nous sommes donc autorisés à admettre que la discordance générale, signalée dans tout le Péloponèse par l'Expédition de Morée (p. 90 et 104), dans les formations cristallines est bien la discordance que nous avons fixée entre le Trias supérieur et les terrains triasiques moyens et inférieurs, et que les formations cristallines du Péloponèse, comme celles de l'Attique, appartiennent toutes au Trias.

C'est ainsi, par exemple, que d'après l'*Expédition scientifique de Morée* (p, 107), on rencontre au village de Tzarafona, au fond de vallées profondes, des schistes argileux luisants, recouverts d'un calcaire noir de peu d'épaisseur (brèche noire de Saint-Georges signalée plus haut), appartenant au premier groupe, le plus inférieur. Des schistes talqueux d'un vert clair, avec calcaires, en couches beaucoup moins inclinées, les recouvrent. Près de là on observe la brèche rouge. Il s'agit, à n'en pas douter, de la brèche rouge du Trias moyen dont la position exacte n'a pu être déterminée par l'Expédition de Morée.

La stratification du premier groupe d'après les mêmes savants (p. 96 et 97), dans tout le Péloponèse, est dirigée NO; nous avons en effet, ci-dessus, retrouvé cette direction dans les schistes micacés de Saint-Georges. M. Philippson, d'autre part, signale la direction NE dans

les formations cristallines, au Nord du Ziria, près du village de Trikala. Ainsi donc nous retrouvons dans les terrains triasiques, du moins les plus anciens du Péloponèse, les deux directions normales NO et NE que nous avons dans l'Attique.

La cristallinité aussi dans le Péloponèse est, comme dans l'Attique, subordonnée à l'épanchement de roches éruptives, parmi lesquelles figurent le porphyre vert antique (prasophyre) et les spilites (*Expédition scientifique de Morée*, p. 113 et 116), qui paraissent avoir accompagné les terrains cristallins du deuxième groupe (c'est-à-dire le Trias supérieur), et suivi la direction NNO d'après l'Expédition scientifique de Morée. J'ai moi-même observé, sur le flanc occidental du Ziria, une roche verte (gabbro?) épanchée dans les schistes qui prennent ici les deux directions normales NNO et ENE. Nous avons retrouvé ces deux mêmes directions à l'Acrocorinthe, dans le Trias supérieur avec épanchement de roches vertes. Ainsi donc les plis que nous avons constatés dans le Trias inférieur et moyen, et qui ont produit la discordance du Trias supérieur, auraient continué pendant ce dernier, avec une direction légèrement déviée. Ce sont ces derniers plis qui auraient fait émerger définitivement la plus grande partie de la Grèce et produit la grande lacune entre le Trias et le Tithonique ou le Crétacé.

Resterait à examiner si les couches cristallines de l'Eubée et de l'Archipel doivent suivre le sort de celles de l'Attique et du Péloponèse et être aussi considérées comme triasiques. La prépondérance, encore ici, de stratifications dirigées NO et NE, et la découverte du Trias supérieur à Myconos, par M. Cayeux, donnent à cette présomption une grande valeur. La cristallinité plus grande dans l'Archipel trouverait son explication dans l'injection de masses considérables de granite.

HYDROLOGIE. — *Sur la radioactivité des eaux thermo-minérales d'Usson* (Ariège). Note de M. **G. Massol**, présentée par M. Ch. Moureu.

Les sources thermo-minérales d'Usson (Ariège) sont situées à la limite des départements de l'Aude et de l'Ariège. Elle viennent sourdre sur les bords de l'Aude, un peu au-dessous de son confluent avec la Bruyante, au pied du massif rocheux qui sépare les deux vallées. Elles émergent d'une faille de schistes de terrain silurien (1).

(1) Dr Landelle, *Les eaux sulfurées sodiques. Stations pyrénéennes.* Toulouse, 1904.

L'établissement thermal est construit sur le griffon même de la source la plus anciennement connue : Fontaine-des-Plaies, dont la température est de 25°,2.

A quelques mètres de distance, jaillissent du flanc même de la montagne trois autres sources, appelées les sources Condamy (températures 19°, 22° et 23° C.), qui sont réunies dans un même massif de maçonnerie et sont utilisées pour les bains.

A 60m environ en dehors de l'établissement émerge une autre source : Soumain n° 1 (température : 24°), et en face de celle-ci, sur le côté opposé de la route, jaillit la source Soumain n° 2 (température : 25°) qui a été captée sous la route elle-même et qui alimente la buvette.

Toutes ces sources ont sensiblement la même composition chimique et la même sulfuration (1).

Source Condamy	0g,0146	(monosulf. Na)
Source des Plaies......	0,0158	»
Source Soumain	0,0154	»

J'ai étudié la radioactivité des eaux du groupe Condamy, de la source des Plaies et celle des gaz qui s'échappent spontanément de la source des Plaies.

Les eaux recueillies au griffon même, avec toutes les précautions d'usage, ont donné, après une longue ébullition, un volume gazeux qui, ramené à 0° et 760mm, correspond à :

	Par litre.
Source Condamy.................	$16^{cm^3},2$
Source des Plaies................	20,4

Ces gaz renferment une petite quantité d'hydrogène sulfuré et d'acide carbonique (environ 1 pour 100), des traces d'oxygène, et la presque totalité est formée par de l'azote et ses congénères. Au griffon des sources Condamy je n'ai pas observé de dégagement gazeux; par contre, la source des Plaies laisse échapper de temps en temps de grosses bulles gazeuses qui ont été recueillies. Elles ont une composition analogue à celle des gaz extraits par l'ébullition : 1 à 2 pour 100 de gaz absorbables par la potasse (H^2S et CO^2), le reste est constitué par de l'azote et des gaz rares.

J'ai étudié la radioactivité de tous ces gaz à l'aide de l'électroscope de Curie, modifié par MM. Chéneveau et Laborde, étalonné par rapport à l'oxyde noir d'uranium. Pour tous, la radioactivité diminue progressivement et décroît de moitié en quatre jours suivant la loi de Curie.

Les résultats sont exprimés en milligrammes-minute pour *dix litres* de gaz secs :

(1) Dr Landelle, *loc. cit.*

	mg : m
Gaz dissous des sources Condamy......	2,76
Gaz dissous de la source des Plaies	2,63
Gaz spontanés de la source des Plaies...	0,152

Si l'on calcule la radioactivité de 10 litres d'eau minérale, on trouve

	mg : m
Eau des sources Condamy..............	0,045
Eau de la source des Plaies.............	0,053

En résumé, ces deux sources ont sensiblement la même radioactivité; l'identité de leur composition chimique, de leur sulfuration, le voisinage des points d'émergence pouvaient faire prévoir ce résultat; on peut aussi en conclure qu'elles ont même origine.

Les gaz spontanés de la source des Plaies ont, à volume égal, une radioactivité plus faible que celle des gaz dissous dans l'eau de la même source; j'avais trouvé des résultats analogues pour l'eau minérale d'Uriage (Isère).

Les gaz dissous et spontanés de toutes les sources d'Usson sont constitués presque en totalité par de l'azote et gaz rares ; ils sont radioactifs, et leur radioactivité est due à l'émanation du radium.

SISMOLOGIE. — *Détermination de la profondeur du foyer d'un tremblement de terre et de la vitesse de propagation des ondes sismiques dans les couches superficielles de l'écorce terrestre.* Note de M. le Prince **B. Galitzine**, transmise par M. Lippmann.

Le problème de la détermination de la profondeur du foyer d'un tremblement de terre a été traité par plusieurs personnes, mais les résultats obtenus jusqu'à présent ont été loin d'être concordants.

J'ai repris dernièrement le même problème, ayant en vue d'appliquer les formules auxquelles je suis arrivé au tremblement de terre du 16 novembre 1911, qui a été ressenti dans le sud de l'Allemagne et pour lequel nous possédons des observations de beaucoup de stations sismiques relativement peu éloignées de l'épicentre correspondant.

Soit r_0 le rayon moyen de la sphère terrestre, r la distance d'une couche donnée jusqu'au centre de la terre, v_0 et v les vitesses correspondantes de la propagation des ondes sismiques longitudinales, e l'angle d'émergence du rayon sismique au lieu d'observation, θ la distance épicentrale correspondante (en degrés d'arc), h la profondeur du foyer et T le temps de parcours d'une onde sismique du foyer à la station d'observation.

Posons

$$\nu = \frac{v_0}{v},$$

$$x = \left(\frac{r_0}{r}\right)^2$$

et

$$x_1 = \left(1 - \frac{h}{r_0}\right)^2.$$

Alors on trouve, en se basant sur l'équation générale d'un rayon sismique, l'expression suivante pour le temps de parcours d'un élément d'arc de la trajectoire correspondante

$$(1) \qquad dT = \frac{1}{2}\frac{r_0}{v_0}\frac{\nu^2\,dx}{\sqrt{\nu^2 x - \cos^2 e}}$$

ν^2 est une fonction inconnue de x, mais pour de petites profondeurs nous pouvons évidemment, comme première approximation, supposer une relation linéaire et poser

$$\nu^2 = b + cx,$$

avec la condition pour la surface

$$b + c = 1.$$

En introduisant cette expression de ν^2 dans la formule (1) et en l'intégrant, on obtient l'expression suivante pour tout le temps du parcours

$$(2) \qquad T = \frac{r_0}{2v_0}\left[\sin e - R + \frac{1}{v}\frac{1-c}{\sqrt{c}}\left(\log\frac{1+\beta\sin e}{1-\beta\sin e} - \log\frac{1+\beta_1 R}{1-\beta_1 R}\right)\right].$$

où

$$\beta = \frac{2\sqrt{c}}{1+c}$$

$$\beta_1 = \frac{2\sqrt{c}}{1-c+2cx_1}$$

et

$$(3) \qquad R = \sqrt{\sin^2 e - (1-x_1)(1+cx_1)},$$

En posant dans les équations (2) et (3) $\sin e = 1$, on obtient le temps T_0 du parcours du rayon sismique du foyer à l'épicentre.

Posons $t = T - T_0$ et $\Delta = r_0 d$.

Alors, connaissant v_0, c et h, on peut calculer t comme fonction de Δ, ce qui donne l'hodographe théorique des ondes longitudinales, rapporté à la profondeur donnée du foyer.

Pour calculer e, on a les formules suivantes, qui se laissent facilement déduire de la théorie générale :

$$\cos^2 e = \frac{x_1 \sin^2 \Im}{A}(B + 2\sqrt{x_1}\cos\Im P), \tag{4}$$

où

$$A = 1 - 2x_1 \cos\Im + x_1^2,$$
$$B = (1 + x_1) - c(1 - x_1 \cos 2\Im)$$

et

$$P = +\sqrt{1 - c(1 - x_1) - c^2 x_1 \sin^2\Im}.$$

En outre, on a toujours, comme on sait,

$$\cos e = v_0 \frac{dt}{d\Delta}.$$

La théorie montre que la courbe de l'hodographe a un point d'inflexion à la distance épicentrale critique $\Im_m$, où l'angle d'émergence passe par un minimum e_m.

Les formules correspondantes sont

$$\cos^2 e_m = x_1[1 - c(1 - x_1)]. \tag{5}$$

et

$$\sin\Im_m = \frac{(1 - x_1)[1 - c(1 - x_1)]}{1 - c(1 - 2x_1)}. \tag{6}$$

Si l'on était en état de fixer avec précision ce point d'inflexion sur l'hodographe, on pourrait, en connaissant la valeur de v_0, déduire des formules (5) et (6) la valeur des deux inconnues c et x_1, ce qui donnerait aussi la profondeur de foyer du sisme en question.

En me basant sur les valeurs données par Geiger : $v_0 = 7,17 \frac{\text{kil.}}{\text{sec.}}$ et $v = 7,60$ à la profondeur de 100^{km}, ce qui donne $c = 3,529$, j'ai tracé les courbes de l'hodographe théorique pour différentes profondeurs du foyer. Malheureusement, le point d'inflexion en question y est si peu nettement marqué qu'on ne peut espérer, dans la pratique, arriver ainsi à de bons résultats.

A partir de l'épicentre jusqu'à cette distance épicentrale critique, R [voir la formule (3)] est positif. Pour $\Im = \Im_m$, R s'annule et, pour des distances plus grandes, R devient négatif.

Pour déterminer c, h et v_0, j'ai appliqué une autre méthode, qui consistait en ceci :

En partant des données de Geiger et en posant comme première approximation $h = 5^{km}$, j'ai déduit des formules différentielles pour pouvoir, en me basant sur les valeurs observées de T à différentes stations, déterminer les corrections δc, δh et δv_0 à apporter aux valeurs introduites dans les calculs.

Les formules correspondantes sont assez compliquées, car on a dû prendre des mesures où R entre seulement au carré, un développement direct de R en série étant interdit, vu que R s'annule au point d'inflexion. La détermination des coefficients dans ces équations exige, toutefois, des calculs assez longs.

Toutes les observations des moments d'arrivée des premières ondes longitudinales, dont j'ai pu me servir, ont été divisées en deux groupes. Le premier groupe contenait les stations suivantes : Biberach, Karlsruhe, Strasbourg, Zurich, Heidelberg, Jugenheim, Francfort et Neuchâtel, dont la distance épicentrale ne dépassait pas 250^{km}.

Dans l'autre groupe, il y avait : Aix-la-Chapelle, Göttingen, Bochum, Trieste, Laibach, Graz, Vienne, Agram et Cracovie, dont la distance épicentrale, sans être trop grande, dépassait 350^{km}.

Pour déterminer les coordonnées de l'épicentre, j'ai employé une méthode trigonométrique toute spéciale qui n'exige nullement, comme d'ordinaire, la connaissance préalable de la forme de l'hodographe. En effet les deux paires de stations, Strasbourg-Zurich et Aix-la-Chapelle-Göttingen, ayant donné les mêmes moments pour l'arrivée des premières ondes longitudinales, on a pu déterminer les coordonnées de l'épicentre par un procédé tout simple d'intersection de deux courbes très favorablement disposées.

J'obtins de la sorte pour les coordonnées de l'épicentre

$$\varphi = 48^{\circ}19' \text{ N},$$
$$\lambda = 9^{\circ}23' \text{ E},$$

ce qui est bien en accord avec les données de Zeessig et de Schmidt.

Ayant plusieurs stations à ma disposition, j'ai traité les résultats des observations par la méthode des moindres carrés et j'obtins pour la vitesse de propagation des ondes longitudinales dans les couches toutes superficielles de l'écorce terrestre $v_0 = 7,08 \frac{\text{kil.}}{\text{sec.}}$ et à la profondeur de 100^{km} $v = 7,65$, ce qui est bien en accord avec les chiffres de Geiger. Toutefois, il semble que la vitesse v augmente avec la profondeur un peu plus vite qu'on ne l'a admis jusqu'à présent; ce fait a été signalé déjà par Wiechert.

Quant à la profondeur du foyer, il n'y a aucune possibilité de la déterminer avec précision, vu que les observations sont tout au plus exactes à une seconde près.

Toutefois, en appliquant à ces observations la méthode des moindres carrés, j'ai trouvé pour la profondeur du foyer de tremblement de terre en question

$$h = 9^{\text{km}},5,$$

avec une erreur moyenne de $+ 3^{\text{km}},8$.

Cette erreur moyenne nous donne ainsi la possibilité de juger de la précision du résultat obtenu, ce qui a fait défaut dans les calculs antérieurs.

La détermination de la profondeur du foyer d'un tremblement de terre est une question bien délicate qui exige des observations très précises. Il faut aussi naturellement tenir compte, dans la pratique, de l'influence de cette profondeur sur la forme de l'hodographe pour les stations sismiques relativement peu éloignées de l'épicentre d'un tremblement de terre.

SISMOLOGIE. — *Périodes de Brückner et tremblements de terre destructeurs.* Note de M. **F. de Montessus de Ballore**, présentée par M. Barrois.

On persiste à croire, même dans une partie, à la vérité restreinte, des milieux sismologiques, que les tremblements de terre sont en relation avec les saisons et, le plus souvent, cette opinion résulte de ce qu'on attribue des mouvements sismiques à des éboulements intérieurs à l'écorce terrestre que provoqueraient les précipitations atmosphériques et, par suite, la circulation des eaux souterraines. Cependant de nombreuses statistiques ont montré qu'une telle relation n'existe pas et que, d'autre part, des séismes de cette origine ne sauraient être ni nombreux, ni violents.

Mais en admettant cette origine, il semble bien qu'elle doive se déceler plus facilement par une statistique roulant sur de plus ou moins longues périodes pluvieuses que par des relevés annuels relatifs aux saisons. Les périodes sèches ou humides, chaudes ou froides de Brückner correspondent à cette nouvelle méthode de recherche, et le Catalogue des mégaséismes de Milne, déjà utilisé dans une Note antérieure, permet d'aborder le problème dans ce sens depuis l'année 1020.

Les résultats de ce relevé sont résumés dans le Tableau suivant : les signes + ou — indiquent un excès de tant pour 100 du total correspondant en faveur des périodes sèches ou humides. Les nombres d'années corres-

pondant à celles-là et à celles-ci sont dans le rapport de 41 à 47; on a donc corrigé les résultats bruts en égalisant les nombres d'années.

	Nombres	
	bruts.	corrigés.
Catalogue complet (1020-1899)	+ 5,9	+ 6,8
Période de 1020 à 1849	+ 2,7	+ 5,5
Période de 1850 à 1899	+ 3,2	+ 1,3
Europe centrale et septentrionale	— 4,4	— 7,8
Bassin oriental de la Méditerranée	+ 5,4	+ 1,2
Bassin occidental de la Méditerranée	+ 8,0	+ 1,1
Italie	— 3,8	+ 2,8
Japon	— 1,4	— 7,7
Chine	— 2,9	+ 4,1

La lecture de ce Tableau suffit pour montrer que, selon toute apparence, il n'existe aucune relation entre les périodes de Brückner et les nombres de séismes. Toutefois, il ne sera pas superflu de faire quelques remarques qu'on peut interpréter dans un sens favorable ou non à cette conclusion négative.

En ce qui concerne le Catalogue complet de Milne, il faudrait que Brückner eût démontré la validité de ses périodes pour le monde entier et son affirmation dans ce sens ne paraît pas suffisamment étayée. La période de 1850 à 1899 correspond à une constance remarquable de l'activité sismique mondiale et à un excès positif très faible; malheureusement elle est bien courte. La courbe du Japon par demi-siècles est remarquablement horizontale pour les sept derniers siècles; l'excès négatif brut est très faible. Les excès corrigés pour les deux bassins de la Méditerranée sont positifs et très faibles. L'Europe centrale et septentrionale, dont les circonstances climatériques ont surtout servi à Brückner pour établir sa loi, présente un faible excès négatif, mais la courbe par dizaine d'années est peu régulière. Si la théorie des tremblements de terre, d'éboulements souterrains par dissolution était exacte, l'Orient méditerranéen aurait, mieux que toute autre région étendue, permis de se manifester l'influence sismogénique des périodes riches en précipitations atmosphériques, à cause du grand nombre de dolines et de catavrothes qu'on y rencontre; au lieu de cela, l'excès brut ou corrigé est en faveur des périodes sèches. Il n'a pas été fait d'autres relevés, car le nombre des mégaséismes eût été trop faible pour que le résultat pût avoir quelque signification.

M. A. Jaubert de Beaujeu adresse une Note intitulée : *Sur l'absorption des rayons de Röntgen par le tungstate de calcium fluorescent.*

A 3 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 22 juillet 1912.

*L'*Académie des Sciences de Paris *à la* Société Royale de Londres, *à l'occasion du deux-cent-cinquantième anniversaire de sa fondation*. Paris, Imprimerie Nationale, 1912; 1 fasc. in-folio.

Institut de France. Académie des Sciences. *Rapport de la Commission chargée de proposer, pour l'année* 1912, *la répartition du* Fonds Bonaparte, par M. Jules Violle, Membre de l'Institut. (Extr. des *Comptes rendus*, séance du 1er juillet 1912.) Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-4°.

L'Observatoire de Ksara (Liban), par B. Berloty, Directeur de l'Observatoire de Ksara. (Extr. de *Ciel et Terre*, Bull. de la Soc. belge d'Astronomie, nos 3 et 4, 1912.) Bruxelles; 1 fasc. in-8°.

Sur la forme probable de la partie immergée de quelques icebergs, par Charles Janet. Limoges, Ducourtieux et Gout, 1912; 1 fasc. in-8°.

Flore algologique de la Hougue et de Taithou, par P. Hariot. (*Annales de l'Institut océanographique;* t. IV, fasc. 5.) Paris, Masson et Cie, 1912; 1 fasc. in-4°.

Mémoires de la Société nationale d'Agriculture, Sciences et Arts, centrale du département du Nord; 3e série, t. XII, 1909-1910. Douai, Crépin frères, s. d.; 1 vol. in-8°.

4° *Congresso dell' Unione internazionale per le ricerche solari*, relazione di A. Riccò. (Extr. des *Memorie della Società degli Spettroscopisti italiani;* t. XL, anno 1911.) Catane, imp. Galatola; 1 fasc. in-4°.

Recherches sur des changements d'états, par H. Vestesen : I. *Transition de l'état vaporeux à l'état liquide;* Résumé. Copenhague, Lehmann et Stage, 1912; 1 fasc. in-8°.

On the ultraviolet component in artificial light, by Louis Bell, wit two plates. (*Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences;* t. XLVIII, n° 1, may 1912.) 1 fac. in-8°.

Studi per un modello di raggio di vibrazioni trasversali, del Dr Francesco de Memme. Gênes, 1912; 1 fasc. in-8°.

Historia sismica de los Andes meridionales, por Fernando de Montessus de Ballore; parte II. Santiago du Chili, imp. Cervantes, 1912; 1 vol. in-8°.

L'Aviation en Russie, par Naïdenov et Rynov. Saint-Pétersbourg, 1911; 1 vol. in-8°. (En langue russe.)

Guide de la navigation à travers les écueils de la Finlande. Saint-Pétersbourg, 1910; 1 vol. in-8°. (En langue russe.)

Annales de l'Observatoire physique central Nicolas, publiées par M. Rykatchew, année 1908. Ire Partie : *Observations météorologiques et magnétiques des stations de premier ordre, observations extraordinaires des stations de deuxième ordre et observations des stations de troisième ordre.* — IIe Partie : *Observations météorologiques faites, d'après le système international, aux stations de deuxième ordre en Russie;* fasc. 1 et 2. Saint-Pétersbourg, 1911; 3 vol. in-4°.

Catalogue d'atlas, de cartes, de plans, de vues, d'albums de pavillons, de guides pour la navigation, etc. Saint-Pétersbourg, 1912; 1 vol. in-8°. (En langne russe.)

General index to the Proceedings of the American philosophical Society, held at Philadelphia for promoting useful knowledge; volumes I-L, 1838-1911. Philadelphie, 1912; 1 fasc. in-8°.

The Tôhoku mathematical Journal, edited by T. Hayashi; t. II, n° 1, june 1912. Séndaï (Japon); 1 fasc. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 29 juillet 1912.

La Vie et la Mort du Globe, par A. Berget; avec 30 figures dans le texte. Paris, Ernest Flammarion, 1912; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Deslandres.)

Flore algologique de la Hougue et de Tatihou, par P. Hariot. (*Annales de l'Institut océanographique*, t. IV, fasc. 5.) Paris, Masson et Cie, 1912; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Mangin.)

Exploration et flore souterraine de cavernes de Catalogne et des Iles Baléares, par J. Maheu; avec 26 figures et 2 planches hors texte. (*Spelunca*, Bulletin et Mémoires de la Société de Spéléologie; nos 67 et 68, mars-juin 1912.) Paris, au siège de la Société; 1 fasc. in-8°.

Report of his Majesty's Astronomer at the Cape of Good Hope to the Secretary of the Admiralty, fort the year 1911. Londres; 1 fasc. in-4°.

Independent day-numbers for the year 1914, *as used at the Royal Observatory Cape of Good Hope*. Londres, 1912; 1 fasc. in-8°.

Colony of Mauritius. *Annual report of the Director of the Royal Alfred Observatory, for* 1910. Maurice, 1910; 1 fasc. in-4°.

Lloyd's Register of British and foreing shipping. *Report by the chief engineer survey or on the spontaneous combustion of coal.* Londres, mai 1912; 1 fasc. in-8°.

ERRATA.

—

(Séance du 16 juillet 1912.)

Note de M. *Robert Lévy*, Sur le mécanisme de l'hémolyse par l'arachnolysine :

Page 234, 1[re] ligne, *au lieu de* 1^{cm^3} d'une émulsion de globules de bœuf, *lire* je me suis servi, comme réactif, de globules de bœuf lavés : 1^{cm^3} d'une émulsion de globules à 5 pour 100....

On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis 1835 les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique des matières, l'autre par ordre alphabétique des noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel et part du 1er Janvier.

Prix de l'abonnement :

Paris : 30 fr. — Départements : 40 fr. — Union postale : 44 fr.

On souscrit dans les départements,

chez Messieurs :

Agen	Ferran frères.
Alger	Chaix. Jourdan. Ruff.
Amiens	Courtin-Hecquet.
Angers	Grassin. Siraudeau.
Bayonne	Jérôme.
Besançon	Marion.
Bordeaux	Feret. Laurens. Muller (G.).
Bourges	Renaud.
Brest	Derrien. Grandmontagne. F. Robert. Uzel frères.
Caen	Jouan.
Chambéry	Dardel.
Cherbourg	Henry. Marguerie.
Clermont-Ferr.	Delaunay. Girard-Guillochin.
Dijon	Ratel. Rey. Venot.
Douai	Degez. Lauverjat.
Grenoble	Rey et Cie.
La Rochelle	Foucher.
Le Havre	Dombre. Flammarion.
Lille	Giard. Janny. Tallandier.
Lorient	Baumal. Gosse.
Lyon	Duplat. Georg. Maloine. Phily.
Marseille	Ruat.
Montpellier	Valat. Coulet.
Moulins	Martial Place.
Nancy	Barbé. Berger. Wagner et Lambert.
Nantes	Veloppé.
Nice	Barma.
Nîmes	Lavagne-Peyrot.
Orléans	Loddé.
Poitiers	Blanchier. Lévrier.
Reims	L. Michaud.
Rennes	Plihon et Hommais.
Rochefort	Ripé.
Rouen	Langlois. Lestringant.
St-Étienne	Chevalier.
Toulon	Alté. Figard.
Toulouse	Gimet. Privat.
Tours	Boisselier. Péricat.
Valenciennes	Giard. Lemaître.

On souscrit à l'étranger.

chez Messieurs :

Amsterdam	Feikema Caarelsen et Cie.
Athènes	Eleftheroudakis.
Barcelone	Piaget. Verdaguer.
Berlin	Asher et Cie. Friedlander et fils. Mayer et Müller.
Berne	Francke.
Bologne	Zanichelli.
Bruxelles	Lamertin. Lebègue et Cie. Ramlot.
Bucarest	Alcalay. Socec et Ce.
Budapest	Kilian.
Cambridge	Deighton, Bell et Ce.
Christiania	Cammermeyer.
Constantinople	Otto Keil.
Copenhague	Höst et fils.
Florence	Seeber.
Gand	Herckenrath.
Gênes	Beuf.
Genève	Burckhardt. Georg.
La Haye	Belinfante frères.
Lausanne	Payot et Cie. Rouge. Sack.
Leipzig	Brockhaus. Fock. Twietmeyer. Voss.
Liége	Gnusé. Nierstrasz.
Londres	Dulau. Hachette et Cie. Nutt.
Luxembourg	V. Bück.
Madrid	Dossat. F. Fé. Romo. Ruiz et Cie.
Milan	Bocca frères. Hœpli.
Moscou	Tastevin.
Naples	Marghieri di Gius. Pellerano.
New-York	Dyrsen et Pfeiffer. Lemcke et Buechner. Stechert.
Odessa	Rousseau.
Oxford	Parker et Cie.
Palerme	Reber.
Porto	Magalhaes et Moniz.
Prague	Rivnac.
Rio-Janeiro	Alvès. Briguiet. Garnier.
Rome	Bocca frères. Loescher et Cie.
Rotterdam	Kramers et fils.
Stockholm	Nordiska Boghandel.
St-Pétersbourg	Wolff. Zinserling.
Turin	Bocca frères. Brero. Rosenberg et Sellier.
Varsovie	Gebethner et Wolff.
Vérone	Drucker.
Vienne	Frick. Gerold et Cie.
Zürich	Rascher.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tomes **1** à **31**. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix .... **25** fr.
Tomes **32** à **61**. — (1er Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix .... **25** fr.
Tomes **62** à **91**. — (1er Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix .... **25** fr.
Tomes **92** à **121**. — (1er Janvier 1881 à 31 Décembre 1895.) Volume in-4°; 1900. Prix .... **25** fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I. — Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbes et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent les Comètes, par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. Claude Bernard. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856 .... 25 fr.

Tome II. — Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Etudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains » sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la » nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur Bronn. In-4°, avec 7 planches; 1861... 25 fr.

A la même Librairie les **Mémoires de l'Académie des Sciences**, et les **Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences.**

N° 5.

TABLE DES ARTICLES (Séance du 29 Juillet 1912).

CORRESPONDANCE.

50192 PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.
Le Gérant : GAUTHIER-VILLARS.

1912

DEUXIÈME SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME 155.

N° 6 (5 Août 1912).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

Quai des Grands-Augustins, 55.

1912

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Toute Note manuscrite d'un Membre de l'Académie ou d'une personne étrangère ne pourra paraître dans le *Compte rendu* de la semaine que si elle a été remise le jour même de la séance.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Les *Comptes rendus* ne reproduisent pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* ne contiennent ni planches, ni figures.

Dans le cas exceptionnel où des figures seraient autorisées, l'espace occupé par ces figures comptera pour l'étendue réglementaire.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 AOUT 1912.

PRÉSIDENCE DE M. F. GUYON.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Préparation des quatre dicyclohexylpropanes.* Note de MM. **Paul Sabatier** et **M. Murat.**

La méthode d'hydrogénation directe sur le nickel nous a permis récemment de préparer les *dicyclohexyléthanes* à partir des *diphényléthanes* (¹). Nous sommes parvenus, par l'application de la même méthode, à atteindre les quatre *dicyclohexylpropanes* que prévoit la théorie.

I. *Dicyclohexylpropane* 1.3 : $C^6H^{11}CH^2CH^2CH^2C^6H^{11}$. — Nous l'avons obtenu en hydrogénant sur le nickel la *dibenzylcétone*

$$C^6H^5CH^2COCH^2C^6H^5,$$

qu'on prépare facilement en décomposant, par catalyse sur la thorine à 400°, *l'acide phénylacétique*. Deux passages sur un nickel très actif à 175° la transforment totalement en *dicyclohexylpropane* 1.3, absolument inattaqué à froid par le mélange sulfonitrique. Il bout à 289°-290° (corr.). Nous avons trouvé $d_0^0 = 0,8874$ et, à 21°, $d_0^{21} = 0,8701$, avec $n_D = 1,475$, d'où le pouvoir réfringent $R_D = 67,1$ (calculé 66,9).

Tout récemment, pendant que nous terminions ce travail, M. Frézouls a annoncé qu'il avait obtenu le dicyclohexylpropane 1.3, en hydrogénant

(¹) Paul Sabatier et Murat, *Comptes rendus*, t. 154, 1912, p. 1771.

sur le nickel la *benzylidène-acétophénone* $C^6H^5CH=CHCOC^6H^5$; il a indiqué comme point d'ébullition 291°-292° et, comme densité à 24°, 0,8752, valeurs un peu plus fortes que celles que nous avons observées. Son hydrocarbure, qui était lentement attaqué à froid par le mélange sulfonitrique, retenait sans doute une petite dose du carbure aromatique saturé d'hydrogène (¹).

II. *Dicyclohexylpropane* 1.2 : $C^6H^{11}CH^2CH(CH^3)=C^6H^{11}$. — Pour atteindre ce composé, nous avons, par action de l'acétophénone sur le chlorure de benzylmagnésium, préparé le *phénylbenzylméthylcarbinol*

$$C^6H^5CH^2COH(CH^3)C^6H^5$$

qui bout à 289°-292° et est très aisément séparé des petites doses de *dibenzyle* (bouillant à 284°) produites dans la préparation de l'organomagnésien.

Les vapeurs de cet alcool, déshydratées sur la thorine vers 300°, se changent totalement en *diphényl*-1.2-*propène*-1, $C^6H^5CH=C(CH^3)-C^6H^5$, beaux cristaux qui fondent à 82° (²).

Les vapeurs de ce dernier, soumises à une hydrogénation vers 220° sur un nickel affaibli incapable d'hydrogéner le benzène, sont transformées intégralement en *diphénylpropane* 1.2, bouillant à 280°-282° (corr.). Nous avons trouvé, à 23°, $d_0^{23}=0,9745$ et $n_D=1,455$, d'où le pouvoir réfringent $R_D=64,56$ (calculé 64,57).

Cet hydrocarbure, soumis à deux hydrogénations successives sur un nickel très actif à 170°-175°, se change totalement en *dicyclohexylpropane* 1.2, tout à fait inaltéré à froid par le mélange sulfonitrique. Il bout à 272°-273° (corr.). Nous avons trouvé $d_0^0=0,8891$ et, à 21°, $d_0^{21}=0,8725$, avec $n_D=1,479$. Le pouvoir réfringent est $R_D=67,3$ (calculé 66,9).

III. *Dicyclohexylpropane* 1.1 : $(C^6H^{11})^2CH.CH^2.CH^3$. — En faisant

---

(¹) Frézouls, *Comptes rendus*, t. 155, 1912, p. 42.

(²) Ce dernier carbure avait été déjà isolé par Klages (*Ber. chem. Ges.*, t. XXXV, 1902, p. 2647).

réagir la benzophénone sur l'iodure d'éthylmagnésium, nous avons préparé, avec un bon rendement, le *diphényléthylcarbinol* $(C^6H^5)^2COH.CH^2.CH^3$, qui cristallise en belles trémies brillantes, formées de rhombes voisins de 85°, fondant à 95°. Masson, qui avait obtenu cet alcool par une autre voie, avait indiqué comme point de fusion 91°-92° (1).

Par simple distillation, sous la pression ordinaire, cet alcool se déshydrate totalement en *diphényl*-1.1-*propène*-1, $(C^6H^5)^2C = CH.CH^3$, bouillant à 284°,5 (corr.), et solidifiable en aiguilles qui fondent à 51°,5. Ce dernier hydrocarbure, maintenu par surfusion à l'état liquide, possède à 23° une densité 1,0076 et un indice $n_D = 1,593$. Il recristallise de l'alcool en belles lames nacrées, dont un grand nombre affectent la forme de triangles isoscèles un peu obtus, parfois réunis en forme de croix par leurs angles aigus.

Cet hydrocarbure solide est accompagné d'une petite dose d'un isomère liquide, bouillant à 279°-281° (corr.), $d_0^{24} = 1,0038$ et $n_D = 1,587$, qui est sans doute le *diphényl*-1.1-*propène*-2, produit par isomérisation du précédent pendant la déshydratation de l'alcool.

Ces deux diphénylpropènes, hydrogénés sur un nickel incapable d'hydrogéner le benzène, fournissent l'un et l'autre le *diphénylpropane* 1.1, $(C^6H^5)^2CH.CH^2.CH^3$, qui bout à 278°,5-280°,5 (corr.), valeur identique à celle observée par Klages et Heilmann qui l'avaient obtenu par un autre mode (2).

Nous avons trouvé, à 24°, $d_0^{24} = 0,9881$ et $n_D = 1,569$, d'où l'on déduit comme pouvoir réfringent $R_D = 64,8$ (calculé 64,6).

Ce dernier carbure, soumis à deux hydrogénations successives à 175° sur un nickel très actif, se change complètement en *dicyclohexylpropane* 1.1, inattaqué à froid par le mélange sulfonitrique. Celui-ci bout à 270°-271° (corr.). Nous avons trouvé : $d_0^0 = 0,9038$ et, à 23°, $d_0^{23} = 0,8887$, et $n_D = 1,485$, d'où le pouvoir réfringent $R_D = 66,8$ (calculé 66,9).

IV. *Dicyclohexylpropane* 2.2 : $(C^6H^{11})^2C(CH^3)^2$. — Le *diphénylpropane* 2.2, ou *diphényldiméthylméthane*, a été isolé en 1880 par Silva, selon la méthode de Friedel et Crafts, action du *dichloropropane* 2.2, ou *chloracétol*, $CH^3CCl^2CH^3$, sur le benzène en présence de chlorure d'aluminium anhydre. Mais l'auteur s'est borné à signaler la formation de cet hydrocarbure,

(1) MASSON, *Comptes rendus*, t. 135, 1902, p. 533.

(2) KLAGES et HEILMANN, *Ber. chem. Ges.*, t. XXXVII, 1904, p. 1450.

bouillant à 281°-282°, à côté de petites doses de cumène, et d'un carbure bouillant à 300°, sans donner aucun détail ni sur l'opération, ni sur le produit (¹).

Nous avons repris cette même préparation, en opérant à froid sur 50^g de chloracétol dissous dans 500^g de benzène, auxquels on ajoute par petites portions jusqu'à 8^g de chlorure d'aluminium. On obtient avec un rendement d'au moins 50 pour 100, sans produits accessoires notables, le *diphényl-propane* 2.2 qui bout à 282°-283° (corr.).

C'est un carbure quaternaire, et l'on doit s'attendre à y trouver une tendance à l'état solide : il se solidifie effectivement par refroidissement, en magnifiques prismes épais à bases inclinées, qui fondent à 29°. En opérant sur le liquide surfondu à 25°, nous avons trouvé $d_0^{25} = 0,9958$, et $n_D = 1,570$. On en déduit le pouvoir réfringent $R_D = 64,55$ (calculé 64,57).

L'hydrogénation de cet hydrocarbure, sur un nickel très actif à 175°, détermine un certain émiettement de la molécule, d'où résultent de petites doses d'isopropylcyclohexane, d'éthylcyclohexane, de méthylcyclohexane et de cyclohexane. Mais le produit principal, qu'on sépare aisément, est le *dicyclohexylpropane* 2.2, liquide tout à fait inattaqué à froid par le mélange sulfonitrique. Il bout à 273°-274° (corr.). On a $d_0^0 = 0,9158$, et nous avons trouvé, à 23°, $d_0^{23} = 0,9002$, avec $n_D = 1,490$; d'où le pouvoir réfringent $R_D = 66,8$ (calculé 66,9).

Les dicyclohexylpropanes 1.1, 1.2 et 2.2 n'avaient jamais été isolés.

MM. **H.-G. Zeuthen** et **J.-L. Heiberg**, par l'organe de M. *G. Darboux*, font hommage à l'Académie du premier Volume des *Mémoires scientifiques* de Paul Tannery, dont ils ont entrepris la publication. Le Volume est consacré aux *Sciences exactes dans l'antiquité*.

PRÉSENTATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui sera présentée à M. le Ministre de l'Instruction

(¹) Silva, *Bull. Soc. chim.*, t. XXXIV, 1880, p. 674.

publique pour le poste de Directeur de l'Observatoire de Lyon, vacant par le décès de M. *Ch. André*.

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du candidat de première ligne, le nombre de votants étant 27 :

M. Jean Mascart obtient	. . . .	24 suffrages
M. Esclangon »	. . . .	3 »

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du candidat de seconde ligne, le nombre de votants étant 42 :

M. Esclangon réunit l'unanimité des suffrages.

En conséquence, la liste présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique comprendra :

En première ligne	M. **Jean Mascart**
En seconde ligne	M. **Esclangon**

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

Sur les courbes invariantes par une transformation réciproque, ponctuelle ou par contact, par M. **Paul Suchar**. (Présenté par M. P. Appell; extrait par l'auteur.)

(Commissaire : M. P. Appell.)

M. Poincaré, dans son célèbre Mémoire : *Sur les courbes définies par une équation différentielle* (*Journal de Liouville*, 4e partie, 1886), démontre l'existence de deux courbes analytiques invariantes, passant par un point double (x_0, y_0) de la transformation ponctuelle $x_1 = f(x, y), y_1 = \varphi(x, y)$ et définies dans le domaine de ce point, en supposant que l'équation en S,

$$\begin{vmatrix} f'_{x_0} - S & f'_{y_0} \\ \varphi'_{x_0} & \varphi'_{y_0} - S \end{vmatrix} = 0$$

a ses racines positives, l'une inférieure, l'autre supérieure à 1. M. Lattès dans son travail : *Sur les équations fonctionnelles qui définissent une courbe ou une surface invariante par une transformation* (*Thèses*, Paris, 1906),

étudie les transformations d'une manière générale, en supposant que l'équation en S (correspondante à deux ou trois variables) admet des racines quelconques, excepté le cas où les racines sont nulles ou de modules égaux à 1, et pour lesquelles sa méthode est en défaut.

Les transformations qui font l'objet de mon travail n'ont pas été envisagées par M. Lattès, car l'équation S correspondante admet des racines de modules égaux à 1. Dans la première Partie je m'occupe des transformations ponctuelles réciproques à deux variables. Une transformation

$$(1) \qquad x_1 = f(x, y), \qquad y_1 = \varphi(x, y)$$

est réciproque, si les fonctions x et y définies par le même système sont

$$x = f(x_1, y_1), \qquad y = \varphi(x_1, y_1).$$

On trouve que si le système (1) est réciproque: 1° *La transformation admet une courbe de points doubles ;* 2° *En tous les points de cette courbe, l'équation en* S *admet une racine égale à* 1 *et une autre égale à* -1. Je démontre ensuite que ces conditions *nécessaires* sont *suffisantes*.

Je termine cette Partie, en donnant les équations générales d'une courbe invariante passant par un point double ; comme application je détermine les courbes anallagmatiques.

Dans la deuxième Partie, j'étudie les transformations par contacts, soit

$$(2) \quad x_1 = f(x, y, y'), \quad y_1 = \varphi(x, y, y'), \quad y'_1 = \theta(x, y, y'), \quad y' = \frac{dy}{dx}, \quad y'_1 = \frac{dy_1}{dx_1},$$

une transformation par contact donnée, où nous avons posé

$$\theta(x, y, y') = \frac{\dfrac{\partial\varphi}{\partial x} + \dfrac{\partial\varphi}{\partial y} y'}{\dfrac{\partial f}{\partial x} + \dfrac{\partial f}{\partial y} y'} = \frac{\dfrac{\partial\varphi}{\partial y'}}{\dfrac{\partial f}{\partial y'}},$$

et qui se ramène à la transformation ponctuelle à trois variables

$$(3) \qquad x_1 = f(x, y, z), \qquad y_1 = \varphi(x, y, z), \qquad z_1 = \theta(x, y, z),$$

en posant

$$y' = z, \qquad y'_1 = z_1,$$

et en regardant z comme une variable indépendante de x et y et z_1 de x_1 et y_1. Je démontre que si la transformation (2) ou (3) est réciproque : 1° *Elle admet une courbe de points doubles ;* 2° *En tous les points de cette*

courbe, les mineurs du déterminant

$$\begin{vmatrix} \frac{\partial x_1}{\partial x} & \frac{\partial x_1}{\partial y} & \frac{\partial x_1}{\partial z} \\ \frac{\partial y_1}{\partial x} & \frac{\partial y_1}{\partial y} & \frac{\partial y_1}{\partial z} \\ \frac{\partial z_1}{\partial x} & \frac{\partial z_1}{\partial y} & \frac{\partial z_1}{\partial z} \end{vmatrix}$$

prennent les mêmes valeurs que les éléments de la colonne correspondante après avoir remplacé ces éléments par les éléments de la ligne qui occupe le même rang que la colonne considérée. Exemple :

$$\left(\frac{\partial x_1}{\partial y}\frac{\partial y_1}{\partial z} - \frac{\partial x_1}{\partial z}\frac{\partial y_1}{\partial y} = \frac{\partial x_1}{\partial z}\right)_{\substack{x=x_1\\ y=y_1\\ z=z_1}}.$$

3° *En tous ces points, l'équation en* S *a une racine simple égale à* 1 *et une racine double égale à* — 1.

Je démontre que ces conditions *nécessaires* sont *suffisantes.*

Je montre ensuite que la recherche d'une courbe invariante passant par un point double se ramène à l'intégration d'une équation différentielle du premier ordre. Comme application, je détermine les équations générales d'une courbe invariante par polaires réciproques, courbes qui ont été déterminées, comme on sait à un autre point de vue par M. Appell : *Sur les courbes autopolaires* (*Nouvelles Annales de Mathématiques*, mai 1894) et par M. Lattès : *Sur les courbes invariantes par polaires réciproques* (*Nouvelles Annales de Mathématiques*, juillet 1906). Je termine mon Mémoire par la démonstration d'un théorème général sur les transformations réciproques, théorème qui a été démontré dans deux cas particuliers, par Moutard (courbes anallagmatiques) et par M. Appell (coniques autopolaires). Ce théorème peut s'énoncer comme il suit :

L'enveloppe des courbes formant un groupe continu et invariantes par une transformation réciproque, ponctuelle ou par contact, est invariante par la même transformation.

CORRESPONDANCE.

M. **Rœthe**, au nom de l'Académie Royale des Sciences de Prusse, et M. **D. Waldeyer**, Correspondant, écrivent à l'Académie pour lui exprimer leurs sentiments de condoléances à l'occasion de la mort de M. *H. Poincaré*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Flore générale de l'Indo-Chine*, publiée sous la direction de M. H. Lecomte. Tome IV, fasc. 1 : *Asclépiadacées*, par J. Costantin.

2° Léon Carez, *Résumé de la Géologie des Pyrénées françaises*. (Présenté par M. A. Lacroix.)

M. **Charles Janet** prie l'Académie de vouloir bien le compter au nombre des candidats à la place vacante, dans la Section d'Anatomie et Zoologie, par le décès de M. *J. Chatin*.

MM. **Bierry**, **A. Doutre**, **Jules Duesberg**, **Armand de Gramont**, duc de Guiche; **A. Lafay**, **Landrieu**, **Pallary**, **Pitard** adressent des remercîments pour les distinctions que l'Académie a accordées à leurs travaux.

ÉLECTRO-MÉCANIQUE. — *Réalisation du mouvement circulaire uniforme par action périodique synchronisante*. Note de M. **A. Guillet**, présentée par M. P. Appell.

I. Les moteurs à ressort ou à poids, munis de régulateurs variés, que j'ai eu l'occasion d'employer ne m'ayant pas paru communiquer à l'axe qu'ils commandent un mouvement circulaire uniforme, j'ai construit, avec l'aide de M. Ch. Entressengle, d'autres appareils ayant la *même fréquence qu'un oscillateur donné*, tout en réalisant l'uniformité de mouvement. Je me suis astreint de plus à n'utiliser que des actions électriques. Voici la disposition la plus simple, elle comporte :

1° Un pendule de période T = 1 seconde, dont la masse (plusieurs kilogrammes) peut être déplacée le long d'une tige d'environ 25^{cm}, à l'aide de l'écrou sur lequel elle repose ;

2° Deux paires d'électros, laissant entre eux un large intervalle, dont les axes forment un angle droit (stator) ;

3° Un axe, monté sur pointes ou sur paliers, portant divers organes : rotor magnétique ou électromagnétique, commutateurs de répartition des courants d'excitation, cylindre-volant destiné à recevoir ou à distribuer les signaux ;

4° Des contacts accessoires intéressant le pendule.

II. Chaque fois que le pendule passe par sa position d'équilibre, le courant d'excitation de l'une des paires d'électros du stator change de sens; il en est de même pour le courant d'excitation de l'autre paire d'électros chaque fois que l'axe a effectué un demi-tour. Comme ces deux séries d'inversions sont décalées de $\frac{1}{4}$ de période, le rotor se trouve soumis à l'action d'un champ magnétique constant φ, stationnant successivement pendant $\frac{1}{4}$ de période suivant les bissectrices du stator, et passant instantanément de l'une de ses positions à la suivante si le rotor n'est pas enfermé dans une masse de métal.

Pour un rotor à un seul aimant, faisant un angle θ avec le champ, le couple moteur, ou résistant, qui lui est appliqué a pour moment $M\varphi \sin\theta$; avec deux aimants perpendiculaires et à pôles alternés, il devient $\sqrt{2}M\varphi\cos\left(\frac{\pi}{4}-\theta\right)$. Si W_0 est la puissance maximum de ce moteur et si on lui demande la puissance W, il se cale, par rapport au champ tournant discontinu, sous un angle α tel que $W = W_0 \cos\alpha$.

On vérifie l'uniformité du mouvement au moyen d'éclairs stroboscopiques, ou en projetant, en un même point d'un écran, la tête d'une épingle implantée normalement au volant et le faisceau lumineux réfléchi par un miroir fixé au pendule ; dans ce dernier cas, les deux points projetés, après réglage d'amplitude, doivent rester en coïncidence.

III. Au pendule on peut substituer un oscillateur quelconque : pendule de torsion, diapason, etc. Mais, dans tous les cas, le mouvement de l'oscillateur doit être entretenu sous amplitude constante. On sait réaliser cette condition par divers moyens [1], mais une intéressante simplification se présente ici : il suffit de caler sur l'axe un disque isolant fermant à chaque

---

[1] A. GUILLET, *Entretien du pendule par induction* (*Comptes rendus*, 1898) ; *Nouveaux modes d'entretien des diapasons* (*Comptes rendus*, 1900) ; *Autobalistique-répétiteur* (*Comptes rendus*, 1908) ; *L'électrodiapason* (*Comptes rendus*, 1909).

tour le circuit d'entretien au passage d'une génératrice métallique sous deux balais filiformes, pour que le pendule reçoive l'impulsion compensatrice à son passage par la verticale. Un éclair bolométrique lancé par un miroir solidaire de l'axe, la bobine d'entretien étant insérée dans la diagonale du pont, peut aussi être employé. Un contact instantané, lié au pendule, et non complété par un inverseur, n'entretiendrait pas le mouvement, en raison des deux actions égales et contraires qu'un tel dispositif déterminerait.

IV. En combinant un oscillateur et deux inductions successives, ou mieux deux oscillateurs diphasés (¹), on produit, en particulier, un champ magnétique tournant, rigoureusement périodique, permettant d'appliquer au rotor un couple de moment constant et de répondre par suite à toutes les exigences de la chronométrie de précision. Les combinaisons de deux oscillateurs diphasés et leurs applications seront décrites ailleurs.

PHYSIQUE. — *Sur les changements qu'éprouvent les tourbillons cellulaires lorsque la température s'élève.* Note (²) de M. C. **Dauzère**, présentée par M. Deslandres.

Les recherches que j'ai entreprises sur les tourbillons cellulaires de M. Bénard, ont fait l'objet d'une Communication récente à l'Académie des Sciences (³), dans laquelle j'ai décrit des tourbillons isolés obtenus dans une couche mince de cire liquide qui avait bouilli quelque temps avec l'eau ou mieux avec une solution saline. Dans ces premières expériences, la température du bain de mercure sur lequel était chauffée la cire n'avait guère dépassé 120°. Depuis lors j'ai élevé jusqu'à 160° la température du bain et j'ai observé des changements notables dans la stabilité, les dimensions et l'aspect des tourbillons.

On doit attribuer ces changements à l'évaporation superficielle du liquide, qui devient de plus en plus active à mesure que la température s'élève. Le régime des courants de convection se trouve alors complètement changé, non seulement à cause de l'augmentation du flux de chaleur, mais aussi du fait de la diminution rapide de l'épaisseur.

(¹) A. Guillet, *Trieur par synchronisation* (*Comptes rendus*, 1911).
(²) Présentée dans la séance du 22 juillet 1912.
(³) *Comptes rendus*, 15 avril 1912, p. 974.

L'observation a été faite en lumière réfractée par le procédé optique de M. Bénard ([1]), en éclairant la nappe sous une incidence moyenne de 30°, à l'aide d'un arc électrique fortement diaphragmé. L'appareil photographique recevant la lumière réfléchie par le bain de mercure est mis au point vers 100° sur les lignes focales des crêtes dessinant les contours des cellules; ceux-ci apparaissent alors dans le champ sous formes de lignes brillantes fines d'une très grande netteté; l'intérieur de l'hexagone, formant cuvette concave, reste sombre.

L'élévation de température a d'abord pour effet d'exagérer le relief de la surface libre, indiqué par M. Bénard; il en résulte un déplacement des lignes focales des crêtes et des foyers des cuvettes concaves, de telle sorte que les contours des cellules perdent leur netteté et sont figurés par des traits ou des bandes brillantes de plus en plus larges si la mise au point n'est pas modifiée. En même temps, l'image des foyers par réflexion des cuvettes concaves se rapproche de la plaque photographique et donne un point brillant au centre de chaque cellule.

L'effet le plus frappant de l'élévation de la température est l'augmentation considérable qu'éprouvent les dimensions des cellules (voir la figure 1). On peut se rendre compte de la vitesse de cette augmentation en comptant le nombre des cellules qui remplissent un cercle de rayon donné (28^{mm}) à diverses températures. Voici les nombres que j'ai trouvés avec une cire d'abeille fondant à 61°, sous une épaisseur de $0^{mm},69$:

Température......	100°	117°	128°	134°	141°	149°	160°	170°
Nombre de cellules..	604	593	552	484	385	357	286	282

On peut construire une courbe en prenant pour abscisses les températures, pour ordonnées les nombres de cellules. On voit ainsi que la diminution du nombre des cellules est d'abord lente jusqu'à 120°, puis s'accélère pour redevenir lente vers 150°.

En même temps que les cellules grandissent, elles changent de forme et perdent leur régularité; celle-ci disparaît tout à fait pendant la période de croissance rapide entre 120° et 150°; les hexagones deviennent alors des quadrilatères irréguliers et des losanges à côtés inégaux qui dessinent un réseau très mobile analogue à celui que M. Bénard a observé pour les liquides volatils tels que l'éther s'évaporant à la température ordinaire. Ce réseau est formé par des *grandes coupures* nettes et brillantes, relativement stables, qui découpent la surface en une série de bandes irrégulières juxtaposées. Ces grandes coupures sont réunies par d'autres plus petites, beaucoup moins brillantes, qui divisent les bandes précédentes en une série d'articles formés par des triangles ou des trapèzes allongés dans une direc-

([1]) H. Bénard, *Revue générale des Sciences*, 1900, p. 1316.

tion perpendiculaire à celle des grandes coupures. Les petites coupures transversales sont extrêmement mobiles et instables, parfois, elles disparaissent sur place, de telle sorte que deux cellules voisines se réunissent en une seule, d'autres fois, deux coupures voisines marchent l'une vers l'autre, de manière à supprimer la cellule qu'elles délimitent; souvent même,

Spécimens de photographies de cellules aux températures croissantes.

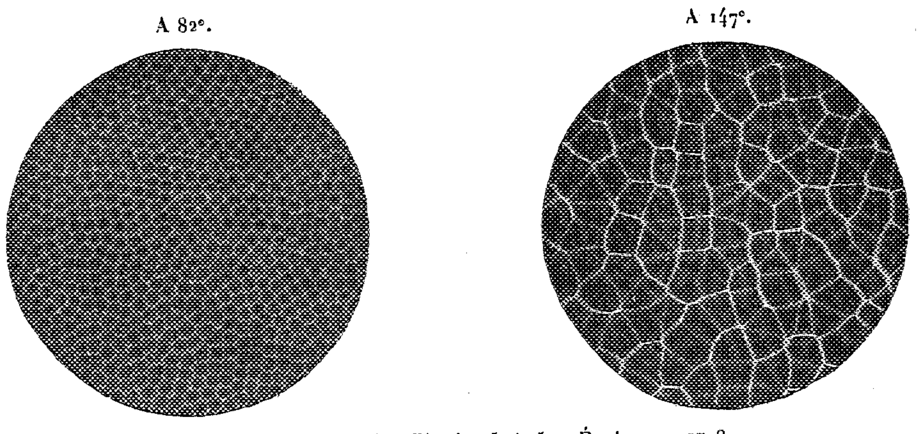


Fig. 1. — Paraffine chauffée de 75° à 150°. Épaisseur $0^{mm},87$.

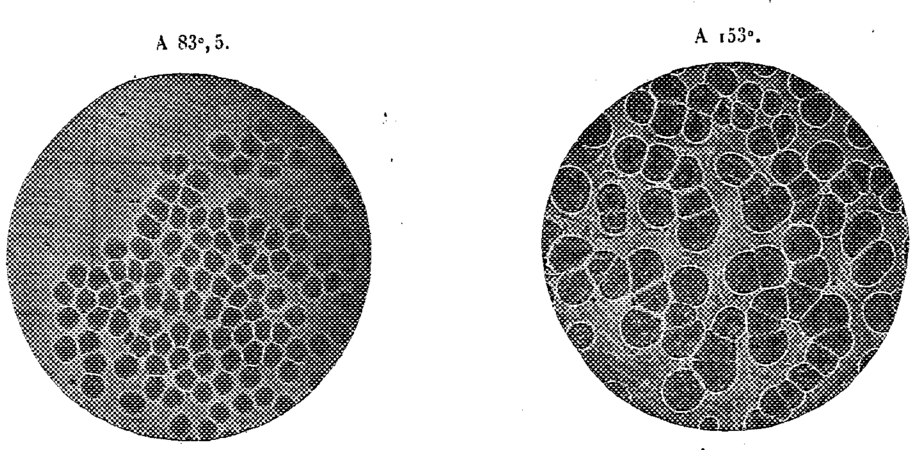


Fig. 2. — Cire blanche d'abeilles ayant fondu avec de l'eau salée. Épaisseur $0^{mm},98$.

d'autres petites coupures prennent naissance tout le long de la bande, dont l'aspect change ainsi à chaque instant.

Ce réseau de grandes et petites coupures est surtout visible pour les épaisseurs voisines de 1^{mm} ou supérieures. Pour les épaisseurs plus faibles (et l'on obtient toujours celles-ci quand on chauffe assez longtemps

vers 160°), la régularité du réseau persiste plus longtemps, avec remplacement dans certaines plages, des hexagones par des alignements de rectangles ou de losanges égaux. Dans tous les cas, la régularité du réseau tend à reparaître à température élevée, mais les mailles sont beaucoup plus grosses qu'à basse température.

Avec ces couches de faible épaisseur, il est facile de suivre, sur l'image obtenue dans l'appareil photographique, le mécanisme de la transformation de l'un des réseaux dans l'autre. La diminution du nombre de cellules qui remplissent complètement le champ ne peut s'obtenir que par la disparition de certaines d'entre elles; ce sont les plus petites qui sont sacrifiées. Elles ont perdu auparavant la forme hexagonale qui leur assure le maximum de stabilité; on les voit se contracter de plus en plus et disparaître rapidement pendant que les cellules voisines croissent de manière qu'aucun vide ne se produit jamais de ce fait dans le réseau. Cette disparition des petites cellules s'effectue de préférence au voisinage des grosses déjà formées, de telle sorte que le champ se trouve parfois divisé en deux parties dont l'une est occupée par un réseau de petites cellules, l'autre par un réseau à larges mailles; ce dernier grandissant peu à peu aux dépens du premier, finit par envahir tout le champ.

Quand on chauffe une couche de cire dans laquelle se trouvent des tourbillons isolés comme ceux qui ont fait l'objet de ma dernière Note, on observe simplement la multiplication par scissiparité des premiers tourbillons, jusqu'à ce que le champ soit complètement envahi. A partir de ce moment, on voit croître les dimensions des cellules comme nous l'avons expliqué et se former des grandes et petites coupures donnant un réseau instable très irrégulier. Vers 140°, les grandes coupures s'épaississent, puis les deux bords s'écartent et un vide s'établit entre deux cellules primitivement contiguës (voir la figure 2). Les espaces vides ainsi créés s'agrandissent peu à peu, et l'on a finalement, comme au début, soit des tourbillons isolés, soit des colonies de tourbillons en amas ou en chapelets, séparés les uns des autres par de larges espaces privés de cellules où la convection est peu active.

Dans chaque colonie, les cellules sont séparées les unes des autres par des petites coupures dont on observe fréquemment la disparition sur place, ce qui a pour conséquence la diminution du nombre des cellules de la colonie; l'amas devient ainsi de plus en plus petit à mesure que la température s'élève et l'étendue des espaces vides va en augmentant.

On revient donc à haute température à la distribution des tourbillons d'où l'on est parti, mais la grosseur de ces nouveaux tourbillons isolés est beaucoup plus grande que celle des premiers et leur aspect complètement

différent : avec la mise au point indiquée ci-dessus, on y aperçoit au centre un noyau sombre entouré d'une enceinte claire et d'une zone grisâtre ; ces apparences indiquent un relief tout à fait analogue à celui d'un plat à barbe : cuvette centrale profonde séparée d'une couronne circulaire légèrement concave, par un rebord saillant.

CHIMIE PHYSIQUE. — *A propos de la Note de M. P.-Th. Muller et Mlle V. Guerdjikoff « Sur la réfraction et la rotation magnétique des mélanges »*. Note [1] de M. **F. Schwers**. (Extrait.)

M. P.-Th. Muller et Mlle V. Guerdjikoff [2] trouvent que la rotation magnétique des mélanges binaires suit une marche sensiblement linéaire en fonction de la concentration, mais que, pour l'indice de réfraction, la courbe présente une rupture très brusque à un titre déterminé. Cette seconde affirmation est en complet désaccord avec les résultats des expériences antérieures.

a. Examinons, par exemple, les données numériques concernant le système alcool éthylique-aniline. La température des expériences n'est pas indiquée : c'est probablement celle du laboratoire, tout au plus 25°, température à laquelle les auteurs avaient précédemment déterminé la solubilité de LiCl dans l'eau. L'indice de réfraction de l'alcool qu'ils donnent pour la raie D est voisin des nombres connus. Par contre, pour l'aniline, ils trouvent 1,7173 ; or, parmi les nombreuses déterminations (que j'ai réduites à la température de 25° et qui se rapportent à la raie D), je citerai : Johst [3], 1,58368 ; Gladstone [4], 1,5831 ; Weegmann [5], 1,58373 ; Perkin [6], 1,58356.

Johst, qui a travaillé sur le même système alcool-aniline, trouve, pour une solution de concentration presque identique (29,465 pour 100 d'aniline au lieu de 29,707 pour 100) à l'une de celles qu'ont étudiées les auteurs, le nombre 1,42178 au lieu de celui de 1,5654.

D'après ses expériences, qui s'étendent à 5 concentrations très diverses, les valeurs observées se confondent dans tous les cas presque entièrement avec les valeurs calculées : il y a une très légère *diminution* de l'indice de réfraction, qui, à son maximum, ne dépasse pas 0,13 pour 100 au lieu de l'énorme *augmentation* observée

---

(1) Reçue dans la séance du 16 juillet 1912.
(2) *Comptes rendus*, 19 février 1912, p. 507.
(3) *Pogg. Ann.*, 1883, p. 56.
(4) *Journ. chem. Soc.*, t. LIX, 1891, p. 290.
(5) *Zeitschr. phys. Chemie*, t. II, 1888, p. 216.
(6) *Journ. chem. Soc.*, t. LXI, 1892, p. 287.

par les auteurs et qui dépasse déjà 9 pour 100, pour une solution renfermant moins de 30 pour 100 d'aniline.

b. Les mêmes remarques s'appliquent aux solutions de chlorure de lithium. Les résultats de Chéneveau (¹), bien que se rapportant à des séries différentes, montrent des changements de réfraction, comme du reste ceux de densité, en fonction de la concentration, s'effectuant très régulièrement et sans inflexion à 36 pour 100; à 19° on a (raie D) :

Li Cl pour 100.	*n.*	Var. de *n* par degré.
43,44	1,4305	
		0,000240
32,16	1,4034 (²)	
		0,000238
30,31	1,3990	

D'autres essais, faits il y a 55 ans par Beer et Kremers (³), ont donné (température 19°, lumière rouge) :

Li Cl pour 100.	*n.*	Var. de *n* par degré.
40,09	1,4212	
		0,000237
24,53	1,3844	

Il est curieux que les auteurs n'aient pas songé à consulter les travaux antérieurs pour y chercher une confirmation ou une infirmation d'un fait qui serait, s'il était vrai, non seulement complètement nouveau, mais encore très important au point de vue théorique. Sans être complètement analogues, la rotation magnétique et la réfraction sont des propriétés dépendant, l'une comme l'autre, de l'éther intramoléculaire (covolume) et qui offrent beaucoup d'analogies. On aurait donc pu s'attendre à voir se marquer dans la rotation magnétique une anomalie du même genre que celle que présente la réfraction, et qui ne pourrait être due qu'à un changement moléculaire profond.

J'ai eu l'occasion de m'occuper beaucoup, dans ces dernières années, de la densité, de la réfraction et de la rotation magnétique des mélanges binaires (⁴); j'ai montré que chacune de ces propriétés subit des variations consécutives à l'acte du mélange, mais que néanmoins les grandeurs obtenues à divers titres peuvent toujours être réunies graphiquement en une

---

(¹) *Ann. Chim. phys.*, 1907, p. 219.

(²) Ramené à 19° par interpolation entre deux expériences à 18° et à 24°,1.

(³) *Pogg. Ann.*, t. CI, 1857, p. 135.

(⁴) *Mém. Ac. roy. Belg.*, 1911; *Journ. Chim. phys.*, 1910 et 1911; *Bull. Soc. chim. France,* 1910, p. 875 et 1071; *Bull. Ac. roy. Belg.*, 1911, p. 641; 1912, p. 55, 282 et 283.

courbe régulière, sans points d'inflexion brusques. En ce qui concerne la densité et la réfraction, ceci a été démontré suffisamment dans les études précitées qui embrassent toutes espèces de mélanges. On peut en dire autant pour la rotation magnétique, qui se comporte (comme je vais le montrer dans un travail en cours de publication) d'une façon encore bien plus analogue à la réfraction qu'il ne ressortait de la Note théorique préliminaire que j'ai publiée à ce sujet (1).

II. Les expériences nouvelles rapportées par les auteurs ne prouvent donc rien contre la relation de Becquerel. Mais ce n'est pas à dire qu'il ne subsiste aucun doute sur la validité de cette formule appliquée aux solutions; je suis même d'avis que, déjà dans le cas le plus simple des corps purs, elle ne peut donner que des résultats approximatifs, provenant d'une compensation plus ou moins parfaite. Je m'abstiendrai de discuter théoriquement jusqu'à quel point on est fondé de mettre au dénominateur une fonction de l'indice de réfraction relativement complexe $n^2(n^2-1)$, alors qu'au numérateur on se contente de mettre l'angle de rotation magnétique directement observé (et rapporté naturellement à l'unité choisie). Il me suffira d'appuyer la remarque que font à bon droit M. Muller et Mlle Guerdjikoff, à savoir qu'il arrive souvent, pour les solutions, que *l'indice de réfraction et l'angle de rotation marchent en sens contraire, n croissant avec la concentration et α allant en diminuant.* C'est ce que j'ai déjà dit à diverses reprises, quand j'ai attiré l'attention sur le fait que la densité, l'indice de réfraction et la rotation magnétique sont des propriétés qui, non seulement sont exprimées en unités différentes, mais encore que les nombres absolus représentant ces grandeurs n'offrent entre eux aucune relation immédiate et ne souffrent donc pas de comparaison directe. C'est ce qui m'avait engagé à étudier les *changements* résultant de l'acte du mélange sur *chacune des propriétés prise à part*, puis à comparer entre eux seulement les changements observés, qui ne sont plus exprimés qu'en *grandeurs pour* 100. Cette méthode m'a donné des résultats très fructueux par la mise en évidence de la *constante de réfraction* et de la *constante de rotation;* ce n'est pas ici l'endroit de m'étendre davantage sur ce sujet et je me contente de renvoyer à ce propos le lecteur à mes travaux précités.

(1) *Bull. Ac. roy. Belg.*, 1910, p. 850, et *Journ. Chim. phys.*, 1911, p. 325.

PHYSICO-CHIMIE. — *Photolyse des sucres à fonction cétonique par la lumière solaire et par la lumière ultraviolette.* Note de MM. **Daniel Berthelot** et **Henry Gaudechon**, présentée par M. Guignard.

Nous avons signalé déjà l'exceptionnelle sensibilité photochimique du radical carbonyle CO (photosynthèse des composés ternaires et quaternaires; photolyse des aldéhydes et cétones) et montré que la rapidité de décomposition photolytique du formol (*Comptes rendus*, t. 150, p. 1690) et de l'acétone se retrouvait dans le lévulose, qui est le plus commun des sucres à fonction cétonique (*Ibid.*, t. 151, p. 395), et nous avons indiqué (*Revue générale des Sciences*, 30 avril 1911, p. 329) que cette photolyse a déjà lieu à la lumière solaire, contrairement à celle du glucose. Nous avons étendu cette étude aux cétoses en C^3, C^4, C^6 et C^7, dont M. Gabriel Bertrand a bien voulu nous remettre des échantillons très purs.

Des solutions aqueuses à 10 pour 100 de ces sucres ont été placées en tubes de quartz mince de $0^{mm},4$ d'épaisseur et de 10^{mm} de diamètre intérieur, sur le mercure : ce qui permet d'opérer à l'abri de l'air et d'éviter les oxydations si actives avec les rayons ultraviolets. Le mercure assure la stérilisation des solutions, dont aucune, même après 12 mois, n'a perdu sa limpidité. Les solutions témoins à l'obscurité sont restées inaltérées.

Décompositions a la lumière solaire. — *Dioxyacétone* $C^3H^6O^3$, corps cristallisé. — C'est la plus simple des cétoses et la plus sensible à la lumière. Le dégagement gazeux commence très vite et n'exige même pas l'insolation directe; 1^{cm^3} de solution donne en moyenne en 12 heures $0^{cm^3},20$ de gaz oxyde de carbone presque pur ($0,97\,CO + 0,03\,CO^2$). (Cf. *Bulletin des Ingénieurs civils*, décembre 1911, p. 939); la solution insolée est légèrement acide.

Érythrulose $C^4H^8O^4$, corps jaunâtre, non cristallisé. — Dégagement gazeux 5 à 6 fois plus lent qu'avec la dioxyacétone. 1^{cm^3} de solution, du 28 juin au 25 juillet 1912, a donné environ 1^{cm^3} de gaz, formé surtout d'oxyde de carbone ($0,90\,CO + 0,10\,CO^2$).

Lévulose $C^6H^{12}O^6$, corps en beaux cristaux. — 1^{cm^3} de solution, insolée du 21 mai au 25 juillet 1912, a donné $0^{cm^3},54$ d'oxyde de carbone pur. La solution est restée limpide et incolore et a pris une réaction légèrement acide.

Sorbose $C^6H^{12}O^6$, corps cristallisé. — 1^{cm^3} de solution, insolée du 17 mai au 1er août 1912, a donné $0^{cm^3},46$ de gaz formé presque uniquement d'oxyde de carbone ($0,98\,CO + 0,02\,CO^2$). La solution est restée limpide et incolore; elle a pris une réaction légèrement acide et réduit à froid instantanément la liqueur de Fehling et l'azotate d'argent ammoniacal.

Perséulose $C^7H^{14}O^7$, corps cristallisé. — La solution se décompose au soleil comme

les autres cétoses, mais très lentement. 1^{cm^3} de solution, en 3 semaines, n'a dégagé que $0^{cm^3},015$ de gaz.

Pour toutes les cétoses, le gaz dégagé est de l'oxyde de carbone presque pur; et la réaction fondamentale consiste en un dédoublement par lequel le sucre perd de l'oxyde de carbone et donne l'alcool contenant un atome de carbone de moins (glycol pour la dioxyacétone, glycérine pour l'érythrulose, ainsi qu'il est constaté plus loin).

En outre, on vérifie la loi, déjà énoncée par nous, que la photolyse dans une série de corps homologues est d'autant plus lente et plus faible que la chaîne est plus longue.

Décompositions par le rayonnement ultraviolet de la lampe en quartz a vapeur de mercure. — Les solutions ont été exposées dans la plupart des cas à 20^{mm} de la lampe Heraeus du type 110 volts. La température montait vers 60°-70°. La réaction fondamentale reste la même; mais sous l'influence des radiations de courte longueur d'onde, il se produit des réactions accessoires: photolyses des premiers produits formés; décomposition de l'eau en H^2 et O^2, très actifs à l'état naissant; oxydations; combinaison partielle de CO et H^2 en aldéhyde formique; hydrolyses lentes avec formation de corps acides comme dans le cas de l'acétone (*Comptes rendus*, t. 155, p. 210). Ces complications se traduisent par l'accroissement de CO^2, et l'apparition des gaz H^2 et CH^4 qu'on ne trouvait guère au soleil; par l'acidité franche des solutions; par leur brunissement.

Dioxyacétone. — Dégagement gazeux immédiat et facile à montrer dans une expérience de cours. 1^{cm^3} de solution en 1 heure dégage près de $1^{cm^3},5$ de gaz formé surtout de CO ($0,94\,CO + 0,04\,CO^2 + 0,02\,H^2$).

Érythrulose. — Dégagement environ 4 fois aussi lent; 1^{cm^3} de solution en 1 heure et demie fournit $0^{cm^3},50$ de gaz ($0,92\,CO + 0,08\,CO^2$).

La solution irradiée a été évaporée dans le vide; l'extrait épuisé par l'alcool et l'éther a laissé un résidu qui, traité par le bisulfate de potasse à chaud, a donné des vapeurs noircissant le réactif de Nessler, indice de la formation d'acroléine aux dépens de la glycérine qui a pris naissance dans le dédoublement de l'érythrulose.

Lévulose. — Dégagement un peu plus lent que le précédent, dans le rapport de 3 à 4. Une lampe neuve Heraeus, 110 volts, a donné

$$0,72\,CO + 0,13\,CO^2 + 0,08\,H^2 + 0,07\,CH^4.$$

Une vieille lampe Heraeus, 110 volts, à paroi enfumée, n'émettant plus d'ultraviolet extrême, donne un gaz plus pauvre en CH^4 :

$$0,79\,CO + 0,10\,CO^2 + 0,09\,H^2 + 0,02\,CH^4.$$

Enfin une lampe neuve Westinghouse, 220 volts, en régime peu poussé (54 volts aux bornes) et dont le rayonnement ultraviolet moyen et extrême est faible, ne donne pas de méthane ($0,86\,CO + 0,09\,CO^2 + 0,05\,H^2$).

La solution irradiée a pris une teinte jaune et une réaction acide. Elle réduit instantanément à froid l'azotate d'argent ammoniacal et la liqueur de Fehling. On distille le liquide; le distillat est neutre (l'acide formé n'est donc pas volatil) et réduit l'azotate d'argent ammoniacal.

Sorbose. — Même rapidité de dégagement et mêmes gaz que pour le lévulose; lampe Heraeus neuve : $0,82\,CO + 0,07\,CO^2 + 0,09\,H^2 + 0,02\,CH^4$. La solution est restée incolore, mais est devenue franchement acide, et réduit instantanément à froid la liqueur de Fehling et $Az\,O^3Ag$ ammoniacal. Une vieille lampe donne un gaz qui ne contient pas de méthane.

Perséulose. — En raison de la complexité du corps, la photolyse est plus lente, plus difficile, et est attribuable surtout à l'ultraviolet moyen et extrême qui donne plus de gaz accessoires. $0^{cm^3},5$ de solution a dégagé, en 13 heures, $0^{cm^3},97$ de gaz

$$(0,65\,CO + 0,23\,CO^2 + 0,06\,H^2 + 0,06\,CH^4).$$

La solution est restée incolore, mais elle est devenue acide et réduit instantanément à froid $Az\,O^3\,Ag$ ammoniacal et la liqueur de Fehling.

Volémulose $C^7H^{14}O^7$, corps sirupeux jaunâtre. — Décomposition encore plus lente. $0^{cm^3},5$ de solution après 13 heures n'a dégagé que $0^{cm^3},40$ de gaz

$$(0,53\,CO + 0,26\,CO^2 + 0,13\,H^2 + 0,08\,CH^4).$$

Enfin nous avons soumis aux rayons ultraviolets les *corps solides*. Le schéma de leur décomposition est le même que celui des corps dissous, conformément à ce que nous avons déjà souvent constaté. Des fragments de *lévulose solide* ont donné, en 9 heures, $2^{cm^3},20$ de gaz ($0,84\,CO + 0,13\,CO^2 + 0,02\,H^2 + 0,01\,CH^4$). Des fragments de *dioxyacétone solide* ont donné les mêmes gaz : de plus il s'est formé à la surface du mercure un anneau de liquide visqueux (glycol).

PHOTOCHIMIE. — *Sur l'application de l'énergie lumineuse à l'étude de quelques questions de l'analyse chimique.* Note (¹) de M. **Marc Landau**, présentée par M. Dastre.

Les expériences faites par de nombreux savants, au cours de ces dernières années, ont montré que la lumière ultraviolette est capable de produire la transformation profonde des différents corps chimiques. J'ai pensé qu'il serait important de chercher si l'action chimique des rayons ultra-

(¹) Présentée dans la séance du 29 juillet 1912.

violets ne pouvait être appliquée à l'analyse chimique. Deux propriétés connues de la lumière paraissent être utilisables à ce point de vue : l'effet polymérisant et l'action oxydante. On sait depuis longtemps que l'énergie lumineuse transforme les carbures d'hydrogène non saturés, comme l'éthylène et l'acétylène, en polymères liquides et solides dont la nature chimique exacte n'a pu être établie. Ce phénomène a été étudié par Lemoine, Bone et Wilson, Thiele, D. Berthelot et Gaudechon. Or, si l'on savait avec précision le degré de photopolymérisation des carbures d'hydrogène, on pourrait toujours déterminer la quantité de ces corps contenue dans un mélange gazeux, en exposant ce dernier à l'action des radiations ultraviolettes, et en mesurant la contraction de volume produite.

D'autre part, l'énergie lumineuse étant capable de transformer, en présence d'oxygène, un corps contenant le carbone et l'hydrogène en anhydride carbonique et en eau, peut être appliquée à l'analyse chimique, du moins quelquefois, de la même manière que l'énergie de la chaleur est employée dans l'analyse organique ordinaire, et l'énergie de l'étincelle électrique dans l'analyse eudiométrique.

J'ai choisi, pour étudier ces questions, les substances organiques les plus simples : les carbures d'hydrogène et l'oxyde de carbone.

Technique. — Comme source de radiations ultraviolettes, j'ai employé, soit une lampe à mercure en quartz de 110 volts, soit une autre lampe en quartz, beaucoup plus puissante, qui a été récemment construite par MM. Victor Henri, Helbronner et de Recklinghausen. Cette lampe est montée sur un courant de 500 volts.

Photopolymérisation. — J'ai étudié la condensation photo-chimique de l'éthylène. Cette réaction, assez rapide au commencement, devient ensuite, avec la diminution de la masse totale du gaz, de plus en plus lente. Voici, par exemple, les données d'une expérience effectuée avec la lampe de 110 volts à 2^{cm} de distance :

	cm^3			
Volume initial	3,05			
Après 22 heures	1,7	(Contraction de	44	pour 100)
» 50 »	1,25	»	59	»
» 68 »	0,9	»	70	»
» 84 »	0,7	»	77	»
» 134 »	0,45	»	85	»

Dans une autre expérience, le même gaz a été exposé à la lampe de 500 volts à 4^{cm} de distance :

	cm^3			
Volume initial	3,8			
Après 6 heures	2,5	(Contraction de	34	pour 100)
» 12 heures	1,6	»	58	»
» 19 heures	1,1	»	71	»

En exposant le gaz très longtemps à l'action de la lampe de 500 volts, on obtient la photopolymérisation intégrale de l'éthylène, à une bulle non mesurable près.

La même réaction marche plus lentement pour l'acétylène.

Photocombustion. — *Méthane et éthane.* — L'action de la lumière sur les carbures d'hydrogène saturés n'a jamais été étudiée. J'ai constaté que les radiations ultraviolettes ne produisent aucune action sur ces gaz exposés seuls. Mais en présence d'oxygène, les deux carbures et surtout l'éthane s'oxydent avec formation d'acide carbonique et d'eau. Quand on emploie la lampe de 110 volts, le rendement en CO^2 est assez faible. Après 132 heures d'action de la lampe 110 volts à 2^{cm}, il ne dépasse pas 16 pour 100 de la quantité calculée d'après l'équation théorique pour le méthane, et 19 pour 100 pour l'éthane. Les résultats sont différents avec la lampe de 500 volts. Un mélange de $6^{cm^3}, 3$ C^2H^6 et $20^{cm^3}, 8$ O^2 a été exposé pendant 10 heures à 4^{cm} de cette lampe. Le volume final était $11^{cm^3}, 7$. Une portion de ce mélange a été analysée. Elle se composait de 63,3 pour 100 CO^2 et 10 pour 100 CO ; le reste était de l'éthane et le mélange ne contenait plus d'oxygène, une partie de ce dernier ayant attaqué le mercure. Cela correspond déjà à 68 pour 100 de « photocombustion ». J'ai ajouté un excès d'oxygène à la deuxième portion et je l'ai exposée de nouveau pendant 6 heures à 4^{cm} de la lampe, après quoi le mélange ne contenait plus d'éthane ni d'oxyde de carbone : il était formé d'acide carbonique et d'oxygène non consommé. La photocombustion intégrale de l'éthane a donc été réalisée après 16 heures d'exposition.

La réaction marche plus difficilement pour le méthane; après 12 heures d'action de la lampe 500 volts à 4^{cm}, on obtenait 39,7 pour 100 de photocombustion. Ces réactions se passent avec formation de produits intermédiaires, comme l'oxyde de carbone et d'autres corps non gazeux peut-être que la lumière ultraviolette finit par transformer en acide carbonique et en eau.

La température dans ces expériences était de 80° environ. Les expériences témoins que j'ai faites chaque fois dans des tubes en verre ont toujours donné des résultats négatifs. J'ai fait aussi des expériences en l'absence du mercure et à une température plus basse. Les résultats ont été sensiblement les mêmes.

Oxyde de carbone. — L'oxydation de ce gaz par la lumière a été étudiée par Thiele, Chapman, Chadwick et Ramsbotton, Berthelot et Gaudechon. J'ai fait des expériences sur l'action de la lampe de 500 volts. Un mélange de $9^{cm^3}, 9$ CO et $16^{cm^3}, 2$ O^2 a été exposé pendant 11 heures à 4^{cm} de cette lampe. Le volume final est $20^{cm^3}, 8$, composé de 28 pour 100 CO^2, 53 pour 100 O^2 et 19 pour 100 CO, ce qui correspond à 59 pour 100 de photocombustion. Après 15 heures et demie d'action à la même distance, 72 pour 100 de CO ont été transformés en CO^2. Ce rendement est de beaucoup supérieur à celui obtenu par les auteurs cités avec d'autres sources lumineuses. En prolongeant l'exposition on obtient la photocombustion intégrale de l'oxyde de carbone.

Conclusion. — La lumière ultraviolette peut être appliquée à l'étude de l'analyse chimique. On peut analyser, par exemple, un mélange de C^2H^4, C^2H^6, H^2 sans employer une autre forme d'énergie que celle des rayons ultra-

violets : on commence par la photopolymérisation du carbure non saturé, l'action de la lumière sur les autres gaz étant nulle en l'absence d'oxygène. Cette réaction très lente terminée, on mesure la contraction de volume, on ajoute de l'oxygène et l'on procède à la photocombustion. Il est curieux que la combustion par l'étincelle ne peut pas résoudre ce cas fréquent de l'analyse des gaz, le mélange $C^2H^4 + H^2$ étant isomère avec C^2H^6. Je poursuis ces recherches et j'étudie actuellement, avec M. Victor Henri, les spectres d'absorption des carbures d'hydrogène dans l'ultraviolet. Nous avons constaté que ces gaz, contrairement à l'oxyde de carbone et à l'anhydride carbonique, absorbent fortement les radiations ultraviolettes.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Quelques déterminations quantitatives du manganèse dans le règne végétal.* Note de MM. F. Jadin et A. Astruc, présentée par M. Guignard.

Dans deux Notes récentes, MM. Gabriel Bertrand et F. Medigreceanu (*Comptes rendus*, t. 154, p. 941 et 1450) démontrent « l'existence constante et la répartition remarquable du manganèse dans les organes (animaux) », et se croient autorisés à « attribuer à ce métal une place importante à côté des autres éléments catalytiques de la matière vivante ».

Or, depuis octobre 1911, poursuivant nos recherches sur l'existence de l'arsenic normal dans le règne végétal, nous avons parallèlement effectué des dosages de manganèse dans tous les exemples étudiés, en suivant la méthode colorimétrique au persulfate de potassium en présence de nitrate d'argent, précisée par M. G. Bertrand.

Comme tous les auteurs qui se sont occupés de la présence du manganèse dans le règne végétal (Leclerc, Maumené, Pichard, etc.), nous avons constaté la constance de cet élément dans toutes les plantes soumises à l'expérience ; les conclusions de MM. G. Bertrand et F. Medigreceanu relatives au règne animal nous paraissent devoir être appliquées sans exception au règne végétal.

En effet, plus de 80 dosages effectués sur des plantes appartenant à des familles botaniques différentes nous ont fourni des quantités variables de manganèse.

Les trente-deux familles étudiées (Champignons, Conifères, Graminées, Broméliacées, Musacées, Crucifères, Légumineuses, Rosacées, Composées, etc.) ont donné des résultats variant, pour 100^g d'organe frais, de $0^{mg},04$ à 20^{mg} de manganèse, soit

encore, pour 100g d'organe sec, de 0mg,14 à 76mg,50, ou enfin, pour 100g de cendres, de 4mg,23 à 909mg,09.

D'où nous pouvons conclure :

1° *La présence du manganèse est constante dans le règne végétal.*

Parmi les exemples étudiés, il en est un certain nombre qui sont des végétaux cultivés, utilisés par l'homme comme aliments :

	Pour 100 d'organes frais.		
	mg		mg
Champignons (truffes, morilles, etc.), de	0,44	à	1,57
Légumes secs (riz, haricots, pois, lentilles, etc.), de	0,80	à	1,83
Légumes frais (artichauts, laitue, épinards, asperges, etc.), de.	0,03	à	1,13
Fruits secs (noix, amandes, dattes, etc.), de	1,00	à	3,20
Fruits frais (châtaignes, pommes, oranges, bananes, etc.), de.	0,03	à	0,70

D'où il résulte :

2° *La teneur en manganèse des aliments d'origine végétale sert à expliquer, tout au moins en partie, l'origine de ce corps dans l'organisme animal.*

Ayant dosé le manganèse dans diverses parties d'un même végétal, nous avons constaté que les organes aériens, pourvus de chlorophylle, en contenaient une plus forte proportion que les organes souterrains ou que ceux dépourvus de chlorophylle :

		Pour 100 d'organes	
		frais.	sec.
		mg	mg
Radis	parties aériennes	0,90	10,14
	» souterraines	0,25	4,52
Navet	» aériennes	1	7,71
	» souterraines	0,16	1,90
Carotte	» aériennes	0,40	2,35
	» souterraines	0,08	0,64
Ciste	» aériennes	12,00	33,18
	» souterraines	16,80	21,61
Salsifis	» aériennes	0,88	8,04
	» souterraines	0,76	2,73
Bananes	pédoncule vert	0,20	2,70
	enveloppe	0,24	1,93
	partie comestible	0,12	0,66

Bien que nous nous proposions d'étendre cette observation à un plus grand nombre d'exemples, nous croyons qu'il n'est pas prématuré de conclure :

3° *La comparaison des quantités de manganèse contenues dans les parties aériennes et souterraines d'un même végétal paraît montrer que les organes chlorophylliens sont les plus riches.*

Dans les appréciations des auteurs qui nous ont précédés, il existe, pour un même végétal ou pour un même organe, des divergences qui nous avaient frappés. En nous adressant à une plante comme le gui, ne subissant pas l'influence directe du terrain, exigeant des conditions climatériques spéciales, vivant seulement sur des supports différents, cueillie à la même époque, mais dont l'âge nous était inconnu, nous avons acquis la conviction qu'une même plante possède des teneurs en manganèse très différentes pour des raisons qui nous échappent encore.

Ainsi :

	Mn pour 100 d'organes frais.	Sur le support.
	mg	mg
Gui sur pommier	2,50	0,90
» » sorbier	1,60	4,16
» » aubépine	1,00	1,00
» » robinier	1,20	2,10
» » chêne	16,00	3,20
» » peuplier	20,00	8,00
» » sapin	4,00	5,00

D'où nous concluons :

4° *Dans une même plante riche en chlorophylle, comme le gui, la teneur en manganèse varie cependant dans des proportions notables.* Des recherches nouvelles nous paraissent nécessaires pour interpréter rationnellement ce fait.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *La présure du latex de* Calotropis procera *RBr.* Note de MM. C. **Gerber** et P. **Flourens**, présentée par M. Guignard.

Cette Asclépiadée est un arbuste assez grand, caractéristique des régimes désertiques de l'Afrique du Nord où, associé soit à *Leptadenia pyrotechnica*, soit au *Dattier* et à l'*Argoun*, soit encore au *Tamarix* et aux *Acacia parasols*, il forme souvent le fond de la végétation, sous le nom de *fafeton* en onoloff, *n'goyo* en malinké, *n'gei* en bambara, *poré* en peulh, *oschar* en arabe. Le *Calatropis procera* RBr se rencontre également dans les déserts de l'Asie, accompagné jusqu'aux Indes par *Salvadora persica* qu'il

rencontre au moment de quitter l'Afrique, dans le pays des Somalis. Malgré sa large distribution, facilement explicable par les aigrettes de ses graines légères [1], son utilisation est encore des plus restreintes. Elle se réduit aux fibres libériennes de la tige et aux aigrettes des graines plus ou moins textiles; car, malgré l'importance qu'on a longtemps attribuée à cette plante comme source de caoutchouc, son latex abondant se coagule difficilement et ne donne, d'après Baucher, qu'un produit granuleux ne possédant aucune des propriétés du caoutchouc. Tout au plus serait-il possible d'en tirer une Gutta.

A la suite des recherches que l'un de nous deux [2] a poursuivies sur les diastases des latex en général, nous nous sommes demandé si nous ne rencontrerions pas de ferments hydrolysant les matières protéiques, les hydrates de carbone et les graisses, dans le suc propre du *Calotropis*, et, dans l'affirmative, s'il ne serait pas possible d'utiliser cette plante comme source de ces ferments si employés en thérapeutique. Aussi, l'un de nous, résidant comme médecin des troupes coloniales à N'Diourhel, sur la ligne du chemin de fer en construction de Thies-Kayes, a-t-il mis à profit les loisirs que lui procurait la rareté des Trypanosomes, pour faire une ample provision de ce latex.

Nous nous bornerons, dans cette Note, à signaler l'existence, dans le latex de *Calotropis procera* RBr, d'un ferment protéolytique très actif, et de le situer dans la classification, établie par l'un de nous, de ces ferments.

Envisagée sous son faciès présurant, la diastase protéolytique du *Calotropis* appartient au groupe présures du lait bouilli. Comme les présures des latex de Figuier, de Vasconcelle, de Papayer, etc., il coagule en effet beaucoup mieux le lait bouilli que le lait cru. Comme elles aussi, il est très résistant à la chaleur. Mais, si les caséifications déterminées par lui sont aussi défavorablement influencées par des doses minimes de sels des métaux du groupe aurique et en particulier de sublimé corrosif, par contre, elles sont beaucoup moins défavorablement influencées par les alcalis. Ces derniers, à certaines doses, sont même nettement accélérateurs. En cela le ferment protéolytique de *Calotropis procera* se rapproche de celui de la Belladone parmi les végétaux et de la diastase des Crustacés décapodes

---

[1] Qui ont suffi à M. D. Bois, le distingué et savant professeur à l'École coloniale de Paris, pour déterminer la source du latex récolté par l'un de nous en Afrique.

[2] C. GERBER, Diverses Notes : *Comptes rendus* et *Comptes rendus des séances réunion biologique de Marseille*, années 1908-1912.

parmi les animaux, présures dont la basiphilie a, depuis longtemps, été mise en évidence par l'un de nous.

BOTANIQUE. — *Un nouveau genre de Palmiers de Madagascar*. Note [1] de MM. **H. Jumelle** et **H. Perrier de la Bathie**, transmise par M. Gaston Bonnier.

Le nombre des espèces de Palmiers malgaches est assez grand, mais celui des genres est relativement restreint, car beaucoup de ces Palmiers sont des *Aypsis*, des *Chrysalidocarpus*, des *Neophloga* et des *Neodypsis*. Les seuls autres genres connus jusqu'alors dans notre colonie africaine sont : un *Phloga*, des *Ravenea*, dont plusieurs espèces sont les *anivo* des indigènes; deux *Vonitra* [2], qui sont des Palmiers à piassava; un *Phœnix*, le *P. reclinata* ou *daro;* trois Borassées (*Borassus flabellifer*, *Hyphaene coriacea* et *Medemia nobilis*); une Cocoïnée, l'*Elæis guineensis* [3], dont nous avons récemment signalé l'indigénat dans l'ouest de l'île, où il est le *tsingilo* des Sakalaves; et enfin, comme unique représentant du genre, contrairement à ce qu'on a pu penser un moment, le *Raphia Ruffia*.

A cette liste, il nous faut ajouter aujourd'hui un nouveau genre, découvert cette année par l'un de nous dans l'est de l'île, dans la forêt d'Analamazaotra.

Ce Palmier, qui ne semble jamais avoir été remarqué, et qui est le *lakamarefo* des indigènes, a le port des *Ravenea*.

Son tronc court ne dépasse pas 2^m à 3^m de hauteur, mais a souvent jusqu'à 50^{cm} de diamètre; il est toujours couvert par les restes des gaines et les bases des rachides. Les feuilles, longues de $2^m,50$ à 3^m, sont déchirées-pennées. La gaine, très longue (60^{cm} au moins), est légèrement convexe et cannelée en dessous, en gouttière en dessus; le rachis a tout d'abord la même forme, mais il s'aplatit plus haut sur la face inférieure et porte supérieurement une carène à sommet large, puis tranchant. Gaine et rachis sont brun chocolat sur la face inférieure; la face supérieure est parsemée de paléoles brunes. Les segments sont étalés et verts, équidistants, distincts

(1) Présentée dans la séance du 29 juillet 1912.

(2) H. Jumelle et H. Perrier de la Bathie, *Un palmier à piassava de Madagascar* (*L'Agriculture pratique des pays chauds*, 1910).

(3) H. Jumelle et H. Perrier de la Bathie, *Le palmier à huile à Madagascar* (*Les Matières grasses*, janvier 1911).

jusqu'au sommet; ils sont longs et étroits. Ceux du milieu de la feuille ont 50^{cm} sur $2^{cm},5$.

La plante est dioïque et il y a ordinairement deux inflorescences par pied. Ces inflorescences sont dressées, mais dépassent peu les spathes; l'inflorescence mâle seule est exserte dans la partie qui porte les fleurs, tandis que l'inflorescence femelle reste plus ou moins cachée par la dernière gaine.

Les inflorescences mâles sont munies de deux bractées, dont la seconde dépasse la première de 30^{cm}. L'axe nu du spadice a 30^{cm} environ; au delà, il se ramifie une seule fois, et ses ramifications sont grêles. Les sépales sont triangulaires, très petits; les pétales sont ovales (4^{mm} sur $2^{mm},5$), aigus; les filets des six étamines sont courts et larges) l'ovaire est à peine indiqué.

Les inflorescences femelles portent quatre gaines de plus en plus longues. La longueur totale du spadice est de 40^{cm} environ. L'axe est nu sur 12^{cm} à peu près; au delà, il se ramifie une seule fois. Les ramifications sont un peu sinueuses comme celles des *Ravenea*, et c'est dans l'angle de chaque flexion que, à des intervalles de 5^{mm} environ, se trouve une fleur femelle. L'ovaire, vaguement trigone, est à trois loges uniovalées.

Sur le régime, les fruits, jaunâtres à maturité, ont la grosseur de toutes petites prunes. Ils sont normalement arrondis, avec un diamètre moyen de 15^{mm} à 20^{mm}; mais, très nombreux avec chaque ramification, ils se trouvent quelque peu déformés par compression réciproque. Le stigmate est apical. Secs, ils sont à surface ferme et brillante, piquetés de petites lenticelles. Ce sont des drupes, à l'intérieur de chacune desquelles sont ordinairement trois noyaux distincts (ou 1 ou 2 par avortement), à surface noire. Chaque noyau contient une graine à albumen non ruminé.

Tout en se rapprochant un peu, par l'aspect de son inflorescence, du genre *Sclerosferma*, Aricénée-Géonomée du Congo, notre Palmier s'en éloigne bien cependant par un certain nombre d'autres caractères, puisque, dans le *Sclerosferma Mannii*, il n'y a pas de tronc, les étamines sont nombreuses (25 ou plus) et l'ovaire est à une seule loge. La création d'un nouveau genre nous semble donc justifiée, et nous nommerons le *lakamarefo* d'Analamazaotra *Louvelia madagascariensis*.

On le trouve dans la forêt vers 800^{m} d'altitude. Son bois est très dur, et d'un brun noirâtre uniforme.

BOTANIQUE. — *Sur le mode de formation du pigment dans la racine de Carotte*. Note [1] de M. **A. Guilliermond**, transmise par M. Gaston Bonnier.

On sait depuis les recherches de W. Schimper, A. Meyer et Courchet que les pigments rouges (carotine) ou jaunes (xanthophylle) qui se forment

[1] Présentée dans la séance du 29 juillet 1912.

dans les fleurs, les fruits et certaines racines, sont toujours le produit de l'activité d'organites désignés sous le nom de *chromoplastes*. Ces chromoplastes ont, comme origine, soit un leucoplaste qui élabore directement à son intérieur le pigment, soit le plus souvent un chloroplaste dont la chlorophylle se résorbe peu à peu et se trouve remplacée par de la carotine ou de la xanthophylle. Le pigment apparaît dans le substratum albuminoïde de ces chromoplastes soit à l'état diffus, soit sous forme de petits grains, soit enfin sous forme de cristaux ou de cristalloïdes. Toutefois le mode de formation du pigment est encore très peu connu.

A la suite de nos recherches sur l'origine des leuco- et chloroplastes, nous avons pensé que les techniques de Benda et de Regaud permettraient de préciser beaucoup de points obscurs de l'évolution des chromoplastes, qui, comme les autres plastes, doivent avoir certainement une origine mitochondriale. Aussi nous sommes-nous proposé de reprendre la question.

Les résultats que nous donnons aujourd'hui sont relatifs à la formation des chromoplastes de la racine de Carotte. Les recherches de Schimper, Meyer et Courchet établissent que le pigment (carotine) apparaît dans cette racine sous forme de cristaux ou de cristallites, de formes très variées (aiguilles, bâtonnets, filaments spiralés, losanges, tables). Ces éléments qui, une fois définitivement constitués, ne renferment pas ou très peu de matières protéiques sont sûrement le produit de l'activité de chromoplastes, car on observe presque toujours au moment de leur apparition, accolés à eux, des grains d'amidon qui n'ont pu être élaborés qu'aux dépens d'un même plaste qui jouerait à la fois le rôle d'amyloplaste et de chromoplaste, mais jusqu'ici l'origine et le mode de fonctionnement de ce plaste sont restés à peu près inconnus.

Examinons donc aussi la méthode de Regaud, la coupe transversale ou longitudinale d'une jeune racine de Carotte au début de sa pigmentation.

Dans les cellules plus jeunes qui n'ont pas encore formé de pigment, on observe un chondriome constitué à la fois par des mitochondries granuleuses et surtout par des chondriocontes. C'est aux dépens de ces derniers que se différencient les leucoplastes, par un processus analogue à celui que nous avons décrit antérieurement dans la radicule de diverses plantules (Maïs, Orge, Ricin, Haricot, Pois). Les chondriocontes forment de petits renflements : soit deux, l'un à chacune de leurs extrémités, soit un seul à l'une de leur extrémité ou au milieu de leur longueur : ils prennent ainsi, selon le cas, des formes de têtards, d'haltères ou de fuseaux. Chacun des renflements peut être considéré comme un petit leucoplaste ; il élabore dans son intérieur successivement ou simultanément plusieurs petits grains d'amidon pour constituer un grain d'amidon composé, pendant que la partie filamenteuse du chondrioconte se résorbe peu à peu. Les grains d'amidon composés grossissent aux dépens de la substance du

leucoplaste, qui se réduit bientôt à une mince pellicule enveloppant de toutes parts le grain d'amidon composé.

Dans les cellules plus âgées, on assiste à la formation du pigment. Les grains d'amidon élémentaires qui constituent le grain composé prennent un contour flou et irrégulier; ils sont donc en voie de digestion. En même temps la substance du leucoplaste qui les entoure semble se régénérer, elle augmente de volume et prend des formes très variables, en fuseau, en tube, en losange, etc. Ces formes, qui ont un aspect vaguement cristallin, paraissent déterminées par la formation, dans l'extérieur du chromoplaste d'un cristalloïde ou d'un cristallite de carotine. Les grains élémentaires du grain d'amidon composé contenus dans les chromoplastes prennent des orientations diverses selon la forme du chromoplaste, puis ils se résorbent peu à peu pendant que le chromoplaste perd sa chromaticité et semble disparaître presque intégralement.

L'étude des tissus frais permet de suivre les processus de formation du pigment. En examinant la coupe d'une racine de Carotte à l'état vivant, on observe, dans les cellules les plus jeunes, un contenu granuleux et dans les cas les plus favorables on constate de très petits éléments qui correspondent aux mitochondries, puis dans les cellules les plus différenciées, on aperçoit distinctement des grains d'amidon composés dans l'intérieur de chromoplastes réduits à une mince écorce qui les entoure et qui présente une légère coloration rouge orangé.

Dans les stades ultérieurs, les grains d'amidon commencent à se résorber, tandis que se développe, tout près d'eux et dans l'intérieur de la substance de chaque chromoplaste, un élément pigmenté d'aspect très divers. Tantôt c'est une aiguille ou un bâtonnet très mince et très allongé ou parfois un filament spiralé, localisés soit à la périphérie du grain composé, soit à son intérieur entre les grains élémentaires. Tantôt c'est une sorte de tube plus ou moins allongé et plus ou moins étroit; parfois spiralé (résultant probablement de l'enroulement d'un cristallite en forme de lame), dans l'intérieur duquel les grains d'amidon s'orientent en files; ceux-ci se résorbent totalement ou finissent par s'échapper au dehors du tube et s'accumuler à ses deux extrémités. Parfois le tube est élargi à l'une de ses extrémités et forme une sorte d'entonnoir dans la partie évasée duquel viennent se grouper les grains d'amidon. Tantôt enfin la substance pigmentée prend la forme d'une lame ou d'un losange accolé aux grains d'amidon en voie de résorption. Ces éléments, qui ont tous une forme cristalline plus ou moins accentuée, correspondent absolument aux cristalloïdes ou cristallites de carotine décrits par Schimper, A. Meyer et Courchet.

Il résulte donc de nos recherches que l'élaboration du pigment de la racine de Carotte s'opère en deux phases successives :

1° Dans une première, les mitochondries se différencient en leucoplastes, qui élaborent chacun aux dépens de leur substance un grain d'amidon composé.

2° Dans une seconde phase, la partie subsistante de leucoplaste se régénère et forme bientôt en son intérieur un élément pigmenté à forme plus ou moins nettement cristalline, pendant que les grains d'amidon composés

se résorbent peu à peu. Puis, plus tard, le chromoplaste semble disparaître à peu près intégralement.

Nos observations confirment donc, en les précisant, les vues de Schimper, A. Meyer et Courchet. En outre, elles démontrent nettement, et c'est là le point capital, que les chromoplastes résultent d'une différenciation mitochondriale.

Un intérêt spécial s'attache à ce résultat, parce que les recherches de Policard (1) et Mulon (2) ont fait voir récemment que certains pigments des cellules animales (cristaux d'hémoglobine de la cellule hépatique et pigment de la corticale surrénale) sont élaborés par des processus essentiellement identiques. Ce résultat montre que la généralité de ces phénomènes se produisent de la même manière dans la cellule végétale et dans la cellule animale.

CHIMIE PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Excitabilité des organismes par les rayons ultraviolets. Temps de latence. Loi de l'indépendance thermique. Phénomènes de fatigue et de réparation.* Note (3) de Mme et M. **Victor Henri**, présentée par M. Dastre.

Nous avons montré dans une Note précédente que les rayons ultraviolets produisent des excitations chez des animaux de petite taille. Nous avons vu que la durée de l'irradiation doit dépasser une certaine limite pour que l'animal réagisse, cette durée minimum est appelée *seuil de durée*. Pour un animal donné et une intensité déterminée de rayonnement ultraviolet, la valeur de ce seuil de durée est bien fixe et reste constante pendant des heures.

Afin de pouvoir analyser le mécanisme de l'action des rayons ultraviolets sur les organismes, on doit d'abord se demander à quels processus correspond le seuil de durée.

On peut distinguer, dans la réaction de l'animal aux rayons ultraviolets, toute une série de processus successifs, à savoir :

---

(1) Policard, *Rôle du chrondriome dans la formation des cristaux intra-cellulaires de la cellule hépatique* (*Comptes rendus Soc. de Biologie*, t. LXXII, 1912).

(2) Mulon, *Mode de formation du pigment coloré dans la corticale surrénale* (*Comptes rendus Soc. de Biologie*, t. LXXII, 1912).

(3) Présentée dans la séance du 29 juillet 1912.

1° Actions photochimiques produites par les rayons ultraviolets dans les téguments de l'animal; 2° diffusion des produits de ces réactions jusqu'aux terminaisons nerveuses sensitives; 3° excitations des terminaisons nerveuses; 4° transmission de l'excitation jusqu'aux centres nerveux et de là jusqu'aux organes moteurs; 5° contractions musculaires. On doit donc chercher dans quelle proportion ces différents processus interviennent dans la durée du seuil que l'on mesure.

Nous avons étudié cette question par trois méthodes différentes, qui sont: 1° Observation du temps de latence; 2° étude de l'influence de la température; 3° étude de la fatigue et de la réparation.

1. *Temps de latence.* — Lorsqu'on produit une illumination très brève, l'animal ne réagit pas du tout; si l'on augmente petit à petit la durée de l'irradiation, on atteint une limite pour laquelle on voit nettement que l'animal réagit une fraction de seconde après la fin de l'irradiation; il y a donc un temps perdu. Ce *temps de latence* est très court; sa durée est environ de $\frac{1}{5}$ à $\frac{1}{10}$ de seconde.

Ainsi, par exemple, on trouve que, pour une durée d'irradiation inférieure à 2 secondes, l'animal ne réagit pas; si la durée d'illumination est égale à 2 secondes, il réagit environ $\frac{1}{5}$ de seconde après la fin de l'irradiation. La durée totale, depuis le commencement de l'excitation jusqu'à la réaction de l'animal, est donc égale à 2,2 secondes. Par conséquent, il semble en résulter que la durée du seuil représente surtout la durée des processus physico-chimiques qui se passent dans l'organe périphérique.

2. *Loi de l'indépendance thermique.* — On sait que la température influe d'une façon très différente sur les processus physiques, chimiques et physiologiques. Le coefficient thermique, pour une différence de 10°, est en effet égal à :

1,1 pour les processus de diffusion et osmose;
1 à 1,2 pour la vitesse des réactions photochimiques;
2 à 3 pour les vitesses des réactions chimiques ordinaires;
1,7 pour la vitesse de l'excitabilité des nerfs et des muscles;
1,8 pour la vitesse de l'influx nerveux;
1,7 pour le temps de latence de la contraction musculaire.

Nous avons fait un grand nombre de déterminations du seuil de durée pour des Cyclops excités par des rayons ultraviolets à des températures variant entre 6° et 27°.

On trouve d'une façon absolument constante que *l'excitabilité par les rayons ultraviolets est indépendante de la température.*

Cette excitabilité diffère donc à ce point de vue totalement de l'excitabilité électrique des nerfs et des muscles.

Parmi les différents processus physico-chimiques on trouve que les réactions photochimiques et les processus de diffusion et d'osmose ne varient pas ou excessivement peu avec la température. Par conséquent le seuil de durée de l'excitabilité ultraviolette semble être déterminée uniquement par les processus photochimiques et de diffusion qui se produisent à la périphérie.

3. *Phénomènes de fatigue et de réparation.* — Nous avons vu que si l'on fait des excitations suffisamment éloignées, par exemple, toutes les 30 secondes on retrouve chaque fois la même valeur du seuil, il n'y a pas de fatigue de l'animal même après un grand nombre d'excitations. Nous avons cherché si l'on ne pouvait pas faire varier le seuil de durée, soit par une irradiation prolongée de l'animal, soit par l'action de différents anesthésiques. Trois cas bien différents doivent être distingués :

a. Immobilisation de l'animal par une irradiation prolongée. — Un Cyclops exposé aux rayons ultraviolets pendant 2 à 5 minutes devient immobile, mais il réagit nettement à des excitations par les rayons ultraviolets. Si sur un animal ainsi préparé on produit une irradiation prolongée pendant 10 à 60 secondes et que l'on détermine la valeur du seuil d'abord 5 secondes après puis de 30 en 30 secondes, on trouve que le seuil augmente d'abord beaucoup et reprend très vite sa valeur primitive. Voici un exemple :

	s
Seuil avant	0,5
Irradiation pendant	60
Seuil 5 secondes après	5
Après 30 secondes	3
Après 30 secondes	1
Après 30 secondes	0,5

b. Immobilisation par l'anesthésie des terminaisons nerveuses par la cocaïne. — Un animal, plongé dans une solution diluée de chlorhydrate de cocaïne et lavé ensuite dans plusieurs eaux, reste immobile, mais il est excitable par les rayons ultraviolets.

Un animal ainsi préparé se fatigue très fortement par une irradiation de 10 à 60 secondes. Exemple :

Seuil avant	$1^s,75$
Irradiation pendant	10
Seuil 5 secondes après	>30
Après 30 secondes	20
Après 30 secondes	2,75
Après 30 secondes	1,5

C. *Immobilisation de l'animal par l'anesthésie des centres nerveux par l'éther.* — Un Cyclops éthérisé reste immobile et réagit très fortement aux rayons ultraviolets. Si l'on irradie cet animal pendant des durées même assez grandes, de 60 secondes, on n'arrive pas à changer le seuil d'excitabilité ultraviolette. Ce n'est qu'après des séries prolongées d'expériences et après des durées d'irradiation de plusieurs minutes que l'on constate des phénomènes de fatigue, c'est-à-dire une augmentation de la valeur du seuil de durée.

Il y a donc une opposition très nette quant aux phénomènes de fatigue entre un animal éthérisé et un animal cocaïnisé ou irradié pendant longtemps. On peut expliquer cette différence par le fait que l'éther agit surtout sur les centres nerveux, tandis que la cocaïne abaisse l'excitabilité des terminaisons nerveuses sensitives et l'irradiation prolongée produit une altération des produits qui se trouvent à la périphérie et qui interviennent dans l'excitation.

Il en résulte que : 1° *les phénomènes de fatigue et de réparation observés dans l'excitation par les rayons ultraviolets ont leur siège avant tout dans les organes périphériques*, et 2° *le seuil de durée correspond presque exclusivement à la durée des réactions photochimiques et des processus de diffusion et d'osmose qui se produisent à la périphérie.* Cette dernière conclusion résulte à la fois de l'observation du temps de latence, de l'indépendance thermique de l'excitabilité et de l'analyse des phénomènes de fatigue.

PHYSICO-CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Étude sur la coagulation de l'albumine par la chaleur et sur sa précipitation par l'iodomercurate de potassium. Conséquences au point de vue de son dosage pondéral et de son dosage volumétrique.* Note de M. **Lucien Vallery**, présentée par M. A. Dastre [1].

Dans une Communication antérieure (*Comptes rendus*, t. 153, 1911), nous avons montré que la coagulation de l'albumine urinaire par la chaleur,

---

[1] Le Mémoire dont cette Note est le résumé paraîtra dans un autre Recueil.

en présence des acides trichloracétique ou acétique, n'est pas intégrale, et nous avons fait connaître une nouvelle méthode de dosage pondéral, reposant sur l'emploi du réactif de Tanret ou du réactif d'Esbach, et qui donne des chiffres notablement supérieurs.

Nous avons également montré que, dans la précipitation de l'albumine urinaire par le réactif de Tanret à froid, la précipitation du mercure, quand on fait varier la quantité d'albumine, est représentable par une courbe hyperbolique, qui est une courbe d'adsorption.

En opérant sur de l'albumine extraite du sérum de cheval, débarrassée par dialyse des matières minérales et purifiée par précipitations successives au moyen de l'alcool et par lavages à l'éther, nous avons pu nous assurer que le réactif de Tanret et le réactif d'Esbach la précipitent intégralement; ces deux réactifs peuvent donc être employés en toute assurance pour le dosage rigoureux de cet élément, en opérant avec le réactif de Tanret, comme nous l'avons déjà indiqué, et avec le réactif d'Esbach de la même façon, mais en éliminant l'acide picrique adsorbé par simples lavages à l'eau bouillante. Toutefois, il peut arriver certains cas où le réactif d'Esbach donne un chiffre légèrement inférieur au réactif de Tanret, sans que la différence dépasse 3 pour 100.

1° *En présence des acides dissociés en solution aqueuse, il se fait, au cours de la coagulation par la chaleur, une hydrolyse susceptible de fausser le dosage.* — Nous avons cherché à quelle cause il faut attribuer la non coagulabilité intégrale de l'albumine par la chaleur en présence des acides que l'on emploie dans la pratique (acides trichloracétique et acétique).

Cette cause paraît résider dans l'hydrolyse partielle de l'albumine par l'acide, cette hydrolyse s'arrêtant, pour l'albumine du sérum et pour l'albumine urinaire, à un stade inférieur au stade peptone et allant pour l'ovalbumine desséchée, puis redissoute, jusqu'au stade peptone. Cette hydrolyse s'observe même pour l'ovalbumine avec le réactif d'Esbach, mais non avec le réactif de Tanret.

Ce qui vient encore renforcer cette hypothèse, c'est que l'acide acétique, dont le coefficient de dissociation est beaucoup plus faible que celui de l'acide trichloracétique; qui possède, par conséquent, un pouvoir hydrolysant plus faible que celui-ci, donne d'une façon générale, à la coagulation par la chaleur, une perte plus faible que l'acide trichloracétique (la perte avec celui-ci et en présence de $0^g,50$ de chlorhydrate d'ammoniaque pouvant atteindre le $\frac{1}{5}$ de l'albumine mise en expérience), sans toutefois que le rapport des chiffres obtenus avec ces deux acides soit constant.

2° *En employant un acide dont le coefficient de dissociation est presque nul, il ne se produit pas d'hydrolyse sensible et la coagulation est pratiquement intégrale.* — Dans la coagulation de l'albumine par la chaleur, en présence d'un acide suffisamment dissocié, il y a donc deux actions simultanées, ayant chacune une vitesse propre :

1° La coagulation de l'albumine par la chaleur, d'ordre probablement physique et chimique ;

2° L'hydrolyse de l'albumine par l'acide, d'ordre chimique.

Pour obtenir une coagulation intégrale on pourra donc, puisque celle-ci, sous l'influence de la chaleur, est irréversible : ou augmenter infiniment sa vitesse, par rapport à celle de l'hydrolyse, c'est ce que réalise le réactif de Tanret qui précipite intégralement l'albumine dès la température ordinaire ; ou annuler le phénomène d'hydrolyse en employant un acide non dissocié, c'est ce que nous avons obtenu d'une façon satisfaisante avec l'acide caproïque normal, dont l'emploi nous a été suggéré par M. le Dr A. Mayer, et qui, dans les dosages comparatifs que nous avons faits avec le réactif d'Esbach, nous a donné des chiffres pratiquement identiques. Aussi, est-ce cet acide que nous préconisons pour le dosage pondéral de l'albumine dans les liquides organiques et en particulier dans l'urine, à la dose de quelques gouttes ajoutées directement à la prise, après neutralisation à la soude en présence de phtaléine, mais sans addition d'électrolyte.

Dosage volumétrique par le réactif de Tanret. — Enfin, nous avons constaté que la loi suivant laquelle se fait l'adsorption du mercure, dans le réactif de Tanret, par l'albumine urinaire, et qui est représentable par une formule hyperbolique, s'étend également à l'albumine du sérum, à l'ovalbumine et à la caséine dans le lait.

Pour l'albumine du sérum et pour l'ovalbumine, mais non pour la caséine, cette loi peut s'exprimer également par la formule logarithmique suivante :

$$\frac{1}{x}\log\frac{H}{H-h}=K,$$

x étant la quantité d'albumine mise en expérience ;
H, la quantité de mercure initiale ;
h, la quantité de mercure adsorbée ;
K, une constante.

Cette formule, tout à fait analogue à celle qui exprime la loi suivant laquelle varie la vitesse des réactions monomoléculaires, montre que, dans le cours de l'addition de l'albumine au réactif de Tanret, le rapport de la quantité de mercure adsorbée à la quantité d'albumine précipitée est à chaque instant proportionnel à la quantité de mercure disponible. En faisant $H = 0^g,20$ et étendant après la précipitation à 200^{cm^3}, nous avons obtenu comme constantes les valeurs moyennes suivantes :

Pour l'albumine de sérum	0,54
Pour l'ovalbumine	0,52

Nous avons vérifié que la présence d'urée et de chlorure de sodium, dans le milieu, n'exerce aucune influence sur la courbe que nous avons établie pour l'albumine du sérum; il n'en est pas de même des phosphates, dont la présence abaisse très sensiblement, et d'une valeur qui est fonction de leur quantité, la constante précédente.

Il en résulte que l'équation que nous avons établie de la courbe permet le dosage volumétrique de l'albumine dans le sérum et probablement dans ceux des exsudats organiques dont la teneur en phosphates est voisine de celle du sérum, mais non dans l'urine.

Cependant, en vue du dosage volumétrique de l'albumine dans cette humeur, nous avons établi la courbe que donne l'albumine du sang, additionnée, à chaque prise, d'une quantité constante d'anhydride phosphorique (P^2O^5). Nous nous proposons de vérifier si cette courbe, en nous plaçant au point de vue de la teneur en P^2O^5 dans des conditions identiques, s'applique à l'albumine urinaire.

M. Félix Robin adresse une Note intitulée : *Modifications cristallines de quelques alliages trempants.*

(Renvoi à l'examen de M. H. Le Chatelier.)

La séance est levée à 4 heures un quart.

Ph. v. T.

PUBLICATIONS DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

En vente à la Librairie Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins, Paris.

COMPTES RENDUS HEBDOMADAIRES DES SÉANCES

de l'Académie des Sciences

Publiés par MM. les *Secrétaires perpétuels.*

In-4 (28-23), hebdomadaire.

Collection complète, de 1835 à 1910 ; 151 volumes..... 1890 fr.

Chaque année, sauf 1845, 1873 à 1892, 1896 à 1898, 1900 à 1902, 1904, 1905, *se vend séparément*....... 25 fr.

Chaque volume, sauf les **Tomes 20, 21, 76 à 108, 110, 112, 114, 115, 122, à 127, 130, 132, 134, 138, 141,** se vend séparément .... 15 fr.

Les **Comptes rendus** paraissent régulièrement chaque semaine depuis le 2e semestre de 1835, en un cahier de 32 à 40 pages, quelquefois de 80 à 120; ils forment, à la fin de l'année, *deux volumes* in-4 (28-23), ensemble de 2400 à 3000 pages. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de noms d'auteurs, terminent chaque volume.

Prix pour un an (52 numéros) :

Paris.. 30 fr.
Départements.................................. 40 fr.
Union postale.................................. 44 fr.

L'abonnement est annuel et part de janvier.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS

des Séances de l'Académie des Sciences.

Par ordre de matières et par ordre alphabétique de noms d'auteurs.

4 volumes in-4 (28-23), savoir :

Tables des Tomes **1** *à* **31** (1835-1850). In-4 (28-23); 1853.. 25 fr.

Tables des Tomes **32** *à* **61** (1851-1865). In-4 (28-23); 1870.. 25 fr.

Tables des Tomes **62** *à* **91** (1866-1880). In-4 (28-23); 1888.. 25 fr.

Tables des Tomes **92** *à* **121** (1881-1895). In-4 (28-23); 1900.. 25 fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS

des Séances de l'Académie des Sciences.

Tomes I et II, 1856 *et* 1861, *séparément*............... 25 fr.

MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

In-4; tomes I a LI, 1816 a 1910.

Chaque volume, à l'exception des Tomes ci-après indiqués, se vend séparément.. 15 fr.

Le Tome XXXIII, avec Atlas, se vend séparément....... 25 fr.

Le Tome LI, avec Atlas, se vend........................ 40 fr.

Les Tomes VI et XXI ne se vendent pas séparément.

Tables générales des travaux contenus dans les Mémoires de l'Académie.

Ire Série, Tomes I à XIV (an VI-1815), et IIe Série, Tomes I à XL (1816-1878); 1881.............................. 6 fr.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS PAR DIVERS SAVANTS

à l'Académie des Sciences (*Savants étrangers*).

2e série. In-4; tomes I a XXXIV, 1827-1909.

Chaque volume se vend séparément..................... 15 fr.

Tables générales des travaux contenus dans les Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie.

Ire Série, Tomes I et II (1806-1811), et IIe Série, Tomes I à XXV (1827-1877); 1881.............................. 2 fr. 50

NOTICES NÉCROLOGIQUES

Lues à l'Académie (1886-1890). In-8 (25-16); 1891.... **2 fr. 50**

Notice sur J.-C. Bouquet, par *G.-H. Halphen.* — Notice sur L.-F.-C. Breguet, par *de Jonquières.* — Notice sur L.-R. Tulasne, par *E. Bornet.* — Notice sur E. Laguerre, par *H. Poincaré.* — Notice sur G.-H. Halphen, par *E. Picard.* — Notice sur E. Phillips, par *H. Léauté.*

PASSAGE DE VÉNUS

Recueil de Mémoires relatifs à l'observation du passage de Vénus sur le Soleil, en 1874.

Tome I. — Ire Partie : *Procès-verbaux des séances tenues par la Commission.* In-4 (28-23); 1877.............. 12 fr. 50 c.

— IIe Partie : *Mémoires divers.* In-4 (28-23), avec 7 planches; 1876.. 12 fr. 50 c.

Tome II. — Ire Partie : *Mission de Pékin* (Fleuriais). — *Mission de Saint-Paul* (Mouchez). In-4 (28-23), avec 26 pl.; 1878. 25 fr.

— IIe Partie : *Mission de Saint-Paul* (Rochefort et Ch. Vélain). — *Mission du Japon* (Janssen, Tisserand, Delacroix et Picard). — *Mission de Saïgon* (Héraud). — *Mission de Nouméa* (André). In-4 (28-23), avec figures et 36 planches ; 1880........ 25 fr.

Tome III. — Ire Partie : *Mission de l'île Campbell* (Bouquet de la Grye). In-4 (28-23), avec 6 planches ; 1882.... 12 fr. 50 c.

— IIe Partie : *Mission de l'île Campbell* (H. Filhol). In-4 (28-23), avec atlas de 68 planches; 1885.................... 25 fr.

— IIIe Partie : *Mesures des plaques photographiques.* In-4 (28-23), avec 2 planches ; 1882........................ 12 fr. 50 c.

Annexe : *Discussion des résultats obtenus avec les épreuves daguerriennes de la Commission française,* par *Obrecht.* In-4 (28-23); 1890................................ 2 fr. 50 c.

MISSION DU CAP HORN

(1882-1883).

Tome I : **Histoire du Voyage,** par L.-F. Martial. In-4 (28-23), avec 12 planches; 1888.......................... 25 fr.

Tome II : *Météorologie,* par J. Lephay. In-4 (28-23), avec 12 planches ; 1885 (*Rare*).

Tome III : *Magnétisme terrestre,* par E.-O. Le Cannellier. — *Recherches sur la constitution chimique de l'atmosphère,* d'après les expériences du Dr *Hyades,* par Muntz et Aubin. In-4 (28-23), avec 11 planches ; 1886 (*Rare*).

Tome IV : **Géologie,** par le Dr P. Hyades. In-4 (28-23), avec 33 pl.; 1887.. 25 fr.

Tome V : **Botanique.** In-4 (28-23) de 400 pages; 1889.... 25 fr.

Tome VI : **Zoologie.** Ce Tome est publié en 12 fascicules.

Ire Partie : In-4 (28-23) de 486 pages, avec 23 pl.; 1891.. 15 fr.

Mammifères (*A. Milne-Edwards*); 10 fr. — *Oiseaux* (*E. Oustalet*); 25 fr. — *Poissons* (*L. Vaillant*); 4 fr. — *Anatomie comparée* (*H. Gervais*); 6 fr.

IIe Partie : In-4 (28-23) de 430 pages, avec 29 pl.; 1891 (*Rare*).

Insectes (*L. Fairmaire, Signoret, J. Mabille, P. Mabille, J.-M.-F. Bigot*); 20 fr. — *Arachnides* (*E. Simon*) (épuisé). — *Crustacés* (*Milne-Edwards*); 11 fr. — *Mollusques* (*de Rochebrune* et *J. Mabille*); 10 fr.

IIIe Partie : In-4 (28-23) de 376 pages, avec 36 pl.; 1891.. 35 fr.

Priapulides (*J. de Guerne*); 2 fr. — *Bryozoaires* (*J. Jullien*); 8 fr. — *Echinodermes* (*E. Perrier*); 20 fr. — *Protozoaires* (*A. Certes*); 5 fr.

Tome VII : **Anthropologie. Ethnographie** ; par le Dr P. Hyades et J. Deniker. In-4 (28-23), avec 34 pl. et 1 carte en couleur ; 1891. 25 fr.

La collection des sept Tomes en neuf volumes .... 275 fr.

N° 6.

TABLE DES ARTICLES (Séance du 5 Août 1912).

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PRÉSENTATIONS.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CORRESPONDANCE.

50192 PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : GAUTHIER-VILLARS.

1912

DEUXIÈME SEMESTRE

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME 155.

N° 7 (12 Août 1912).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1912

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Toute Note manuscrite d'un Membre de l'Académie ou d'une personne étrangère ne pourra paraître dans le *Compte rendu* de la semaine que si elle a été remise le jour même de la séance.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Les *Comptes rendus* ne reproduisent pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin ; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* ne contiennent ni planches, ni figures.

Dans le cas exceptionnel où des figures seraient autorisées, l'espace occupé par ces figures comptera pour l'étendue réglementaire.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 AOUT 1912.

PRÉSIDENCE DE M. A. GAUTIER.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Comptes rendus des séances de la quatrième Conférence de la Commission permanente et de la deuxième Assemblée générale de l'*Association internationale de Sismologie, réunies à Manchester, du 18 au 21 juillet 1911, rédigés par le Secrétaire général, R. de Kövesligethy.

2° *Précis analytique des travaux de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Rouen, pendant l'année* 1910-1911.

3° *Étude bathylithologique des côtes du Golfe du Lion;* par M. J. Thoulet.

4° Vingt-cinq feuilles de la *Carte du Ciel*, adressées par M. Valentin Gama, Directeur de l'Observatoire de Tacubaya.

GÉOMÉTRIE. — *Sur les transformations rationnelles entre deux surfaces de genres un.* Note de M. **Lucien Godeaux**, transmise par M. Émile Picard.

Si entre deux surfaces algébriques Φ, F, dont les genres sont égaux à l'unité ($p_a = P_4 = 1$), nous avons une transformation $(1, p)$ où p est premier, M. Enriques a démontré (*Rend. R. Accad. di Bologna*, 1910) qu'il existait sur F une transformation T, cyclique d'indice p, transformant en lui-même chaque groupe de p points de F correspondant à un même point de Φ. Partant de là, je démontre qu'on ne peut avoir $p > 3$.

Remarquons tout d'abord qu'on peut avoir $p = 2$ (Severi, *Atti Ist. Veneto*, 1907), et supposons $p > 2$.

Je pars d'un système $|c|$, de genre π et de degré $n = 2\pi - 2$, sur F, invariant pour T (ce qui est toujours possible). A une courbe C correspond sur Φ une courbe Γ, de genre effectif π, dotée de $(p-1)(\pi-1)$ points doubles, et par conséquent de genre virtuel $p(\pi-1)+1$. Le système $|\Gamma|$ peut être pris comme système des sections hyperplanes de Φ. Cette surface a alors le degré $2p(\pi-1)$ et est située dans un espace à $p(\pi-1)+1$ dimensions. Au système $|\Gamma|$ correspond sur F un système (incomplet) $|D|$, de genre $\pi = p^2(\pi-1)+1$ et de degré $N = 2p^2(\pi-1)$. On a $|D| = |p.C|$.

Sur Φ, il y a un certain nombre, fini, x, de points de diramation. Je démontre qu'en un de ces points Φ a certainement un point double. Soit h le nombre dont un pareil point double abaisse la classe de Φ, soit i l'abaissement produit sur le genre d'une courbe D assujettie à la seule condition de passer par un point de coïncidence sur F. Par la formule de Zeuthen, on voit qu'on a $\nu = 1$ ou $i = \frac{1}{2}(p+1)$.

La considération de l'invariant de Zeuthen-Segre donne alors

$$x(ph - i) = 24(p-1).$$

Si $i = 1$, on a nécessairement (k entier positif)

$$h = \frac{24-k}{24-kp}, \qquad x = 24 - kp.$$

Si $i = \frac{1}{2}(p+1)$, on a

$$h = \frac{96-k(p+1)}{96-2kp}, \qquad x = 48 - kp.$$

Je démontre que la transformation T ne peut pas donner, dans le voisinage d'un point de coïncidence P sur F, la transformation identique ($p > 2$) (le contraire a lieu pour $p = 2$, d'après Severi). Je construis alors un système linéaire contenu dans $|D|$, dont la courbe générique possède en P un point p-uple ordinaire. J'en déduis, au moyen de la formule de Zeuthen, qu'on a $h \geqq p$, et qu'en un point de diramation Φ a une singularité composée d'une succession de $\frac{1}{2}(p-1)$ points doubles et d'un point simple infiniment voisins.

Si $i = \frac{1}{2}(p+1)$, on peut avoir $p=5$, $h=7$ et $p=3$, $h=6$. Mais on rejette aisément ces cas par la comparaison des degrés des systèmes contenus dans $|\Gamma|$ et des systèmes correspondants sur F. Reste donc l'hypothèse $i=1$, $h=p$.

On trouve que les courbes invariantes D, assujetties à la seule condition de passer par un point de coïncidence P de F, forment un système linéaire ayant en P un point-base double avec deux points-base simples infiniment voisins (et unis pour T). Chacun de ces points-base simples représente $p-1$ coïncidences pour l'involution d'ordre p existant sur une de ces courbes D. Confrontant avec la formule de Zeuthen, on trouve $p=3$.

La surface Φ possède huit points de diramation qui sont des points biplanaires ordinaires.

D'une manière générale, on peut dire que, *si entre deux surfaces de genres un* ($p_a = P_4 = 1$), *on a une correspondance* $(1, m)$, *m ne peut avoir comme facteurs premiers que* 2 *et* 3.

OPTIQUE. — *Propriétés des surfaces quasi-aplanétiques dans les systèmes de dioptres sphériques centrés.* Note (1) de M. **R. Boulouch.**

Si l'on place, dans un système centré, un diaphragme présentant une petite ouverture circulaire centrée sur l'axe, pour tous les points un peu éloignés, le faisceau qui traversera le système aura une faible ouverture et le faisceau émergent présentera en général deux focales; il résulte des propriétés de la division homographique qu'en deux points (réels ou imaginaires), quasi-stigmatiques, les deux focales seront confondues; lorsque l'angle u, qui détermine la direction moyenne des rayons variera, les points quasi-stigmatiques décriront deux couples de surfaces quasi-aplanétiques conjuguées dont les sommets seront sur l'axe en (A, A′), (B, B′).

Dans la surface-objet A prenons deux points S, S_1 et deux points T, T_1 sur B, tels que, les droites SS_1, TT_1 étant très petites et situées dans une même section principale, les droites ST, S_1T_1, S_1T, ST_1 passent par le trou du diaphragme; les points quasi-stigmatiques fonctionnant comme focales sagittales, deux points tels que S, T et leurs conjugués S′, T′ devront

(1) Présentée dans la séance du 22 juillet 1912.

satisfaire à l'équation ([1])

$$\frac{1}{n\sin^2 u}\left(\frac{1}{s}-\frac{1}{t}\right)=\frac{1}{n'\sin^2 u'}\left(\frac{1}{s'}-\frac{1}{t'}\right)$$

ou, en désignant par $y=s\sin u$, $z=t\sin u$, $y'=s'\sin u'$, $z'=t'\sin u'$ les distances à l'axe des points considérés,

$$\mathrm{ST}:\mathrm{S'T'}=nyz:n'y'z'.$$

On aura de même, avec des notations évidentes :

$$\begin{aligned}\mathrm{S_1T_1}&:\mathrm{S'_1T'_1}=ny_1z_1:n'y'_1z'_1,\\ \mathrm{S_1T}&:\mathrm{S'_1T'}=ny_1z:n'y'_1z',\\ \mathrm{S\,T_1}&:\mathrm{S'T'_1}=nyz_1:n'y'z'_1;\end{aligned}$$

l'élimination des distances à l'axe conduit à la relation

$$(1)\qquad \mathrm{ST}\times\mathrm{S_1T_1}:\mathrm{S_1T}\times\mathrm{ST_1}=\mathrm{S'T'}\times\mathrm{S'_1T'_1}:\mathrm{S'_1T'}\times\mathrm{S'T'_1}.$$

Si, d'autre part, on applique, au même système de quatre couples de points, le théorème de Fermat, on obtient aisément

$$(2)\qquad n[(\mathrm{S_1T}+\mathrm{ST_1})-(\mathrm{ST}+\mathrm{S_1T_1})]=n'[(\mathrm{S'_1T'}+\mathrm{S'T'_1})-(\mathrm{S'T'}+\mathrm{S'_1T'_1})].$$

Or on peut évaluer les lignes de l'espace objet en fonction de $\mathrm{SS_1}=\sigma$, de $\mathrm{TT_1}=\tau$, du segment μ, qui joint le milieu de $\mathrm{SS_1}$ au milieu de $\mathrm{TT_1}$ et des angles a, b que fait la droite μ avec les perpendiculaires à $\mathrm{SS_1}$, $\mathrm{TT_1}$; les carrés des longueurs s'expriment exactement, on explicitera les longueurs elles-mêmes en ne conservant que les termes du deuxième ordre ; on aura

$$\begin{aligned}\mathrm{S\,T}&=\mu-\frac{\tau}{2}\sin b-\frac{\sigma}{2}\sin a+\frac{1}{2\mu}\left(\frac{\tau}{2}\cos b-\frac{\sigma}{2}\cos a\right)^2,\\ \mathrm{S_1T}&=\mu-\frac{\tau}{2}\sin b+\frac{\sigma}{2}\sin a+\frac{1}{2\mu}\left(\frac{\tau}{2}\cos b+\frac{\sigma}{2}\cos a\right)^2,\\ \mathrm{S\,T_1}&=\mu+\frac{\tau}{2}\sin b-\frac{\sigma}{2}\sin a+\frac{1}{2\mu}\left(\frac{\tau}{2}\cos b+\frac{\sigma}{2}\cos a\right)^2,\\ \mathrm{S_1T_1}&=\mu+\frac{\tau}{2}\sin b+\frac{\sigma}{2}\sin a+\frac{1}{2\mu}\left(\frac{\tau}{2}\cos b-\frac{\sigma}{2}\cos a\right)^2\end{aligned}$$

et quatre égalités analogues dans l'espace image. Si l'on substitue ces

---

([1]) *Comptes rendus*, 10 juillet 1911, p. 99.

valeurs dans les équations (1) et (2) on obtient

(3) $$\tau\sigma \cos(a-b) : \mu^2 = \tau'\sigma' \cos(a'-b') : \mu'^2,$$

(4) $$n\tau\sigma \cos a \cos b : \mu = n'\tau'\sigma' \cos a' \cos b' : \mu'.$$

Il faut remarquer que ces équations peuvent cesser d'avoir un sens dans les deux cas particuliers suivants :

1° Si la diaphragmation a lieu en un point stigmatique isolé (non aplanétique);

2° Si les deux surfaces quasi-aplanétiques objets sont confondues.

Toutefois, l'équation (4) a un sens très général, dans le cas de l'approximation de Gauss, elle a la forme limite

(4 *bis*) $$n x_0 : n' x'_0 = \gamma\gamma_1$$

($AB = x_0$, $A'B' = x'_0$, γ et γ_1 rapports de convergence en A et B, qui sont d'ailleurs quelconques).

Cela posé, les équations (3) et (4) donnent

$$n\mu \cos a \cos b : \cos(a-b) = n'\mu' \cos a' \cos b' : \cos(a'-b')$$

et, comme on peut supposer σ et τ aussi petits qu'on voudra,

(5) $$n\rho \cos a \cos b : \cos(a-b) = n'\rho' \cos a' \cos b' : \cos(a'-b'),$$

ρ étant la distance des deux points où une droite D, rencontrant l'axe et traversant le diaphragme, perce les deux surfaces-objet; a et b étant les angles de cette droite avec les normales aux points considérés; ρ', a', b' étant définis de la même manière par rapport à D' conjuguée de D.

Conséquences. — 1° Aux points où les surfaces quasi-aplanétiques rencontrent l'axe, c'est-à-dire aux sommets de ces surfaces, on a

$$a = 0, \qquad b = 0, \qquad \rho = x_0, \qquad \rho' = x'_0,$$

d'où

(6) $$n x_0 = n' x'_0 \quad \text{et} \quad \gamma\gamma_1 = 1,$$

en vertu de (4 *bis*).

Les surfaces quasi-aplanétiques rencontrent l'axe en des points inverses.

2° L'un des points qui limitent ρ étant le sommet A, supposons que l'autre soit très voisin de B, a et b sont très petits et l'équation (5) peut

s'écrire

$$(1+ab) : n\rho_0 = (1+a'b') : n'\rho'_0 \tag{7}$$

et R, R' étant les rayons de courbure des surfaces en B, B',

$$b : a = x_0 + \mathrm{R} : -\mathrm{R}, \qquad b' : a' = x'_0 + \mathrm{R}' : -\mathrm{R}',$$

$$\frac{1}{\rho_0} = \frac{1}{x_0} + \frac{a^2}{2}\left(-\frac{1}{\mathrm{R}} - \frac{1}{x_0}\right), \qquad \frac{1}{\rho'_0} = \frac{1}{x'_0} + \frac{a'^2}{2}\left(-\frac{1}{\mathrm{R}'} - \frac{1}{x'_0}\right),$$

$$a : a' = 1 : \gamma = \gamma_1.$$

Si l'on introduit ces diverses valeurs dans (7) en tenant compte de (6), on obtient finalement

$$\frac{\gamma_1}{n\mathrm{R}} - \frac{1}{\gamma_1 n'\mathrm{R}'} = \frac{\gamma_1}{-nx_0} - \frac{1}{-\gamma_1 n' x'_0} = \text{const.} = \frac{1}{k};$$

c'est l'équation des points conjugués de Gauss à laquelle satisfont les centres de courbure.

Les centres de courbure, aux sommets des surfaces quasi-aplanétiques conjuguées, sont des points conjugués de Gauss.

Corollaire. — Si l'on tient compte de la relation connue

$$\frac{1}{n\mathrm{R}} - \frac{1}{n'\mathrm{R}'} = \frac{1}{nr} - \frac{1}{n'r'} = \mathrm{V} \qquad \text{(Petzval)},$$

r et r' étant les rayons de courbure en A, A', on aura

$$nr = -n'\mathrm{R}' = \left(\gamma - \frac{1}{\gamma}\right) : \left(\frac{1}{k} - \frac{\mathrm{V}}{\gamma}\right), \qquad n'r' = -n\mathrm{R} = \left(\gamma - \frac{1}{\gamma}\right) : \left(\frac{1}{k} - \mathrm{V}\gamma\right).$$

CHIMIE PHYSIQUE. — *Courbes de fusibilité des systèmes volatils : mécanisme de la formation des éthers.* Note [1] de MM. **Georges Baume** et **P. Pamfil**, présentée par M. G. Lemoine.

I. Les idées modernes sur le mécanisme des réactions de substitution permettent d'y distinguer trois zones : *zone d'indifférence* à basse température; à température plus élevée, *zone d'addition*, et enfin *zone de substitution* [2]. On sait en outre que l'analyse thermique est éminemment appro-

---

(1) Présentée dans la séance du 5 août 1912.

(2) Cf. Ph.-A. Guye, *Journ. Chim. phys.*, t. 8, 1910, p. 119.

priée à la recherche des produits d'addition intermédiaires, peu stables, qui prennent ainsi naissance.

L'emploi des catalyseurs permet de diminuer l'étendue de la zone d'indifférence et d'abaisser la limite supérieure de la zone d'addition; mais tandis que le rôle des *catalyseurs physiques* (¹) revient à élever artificiellement et localement la température ou la pression, et à réaliser par suite un état de

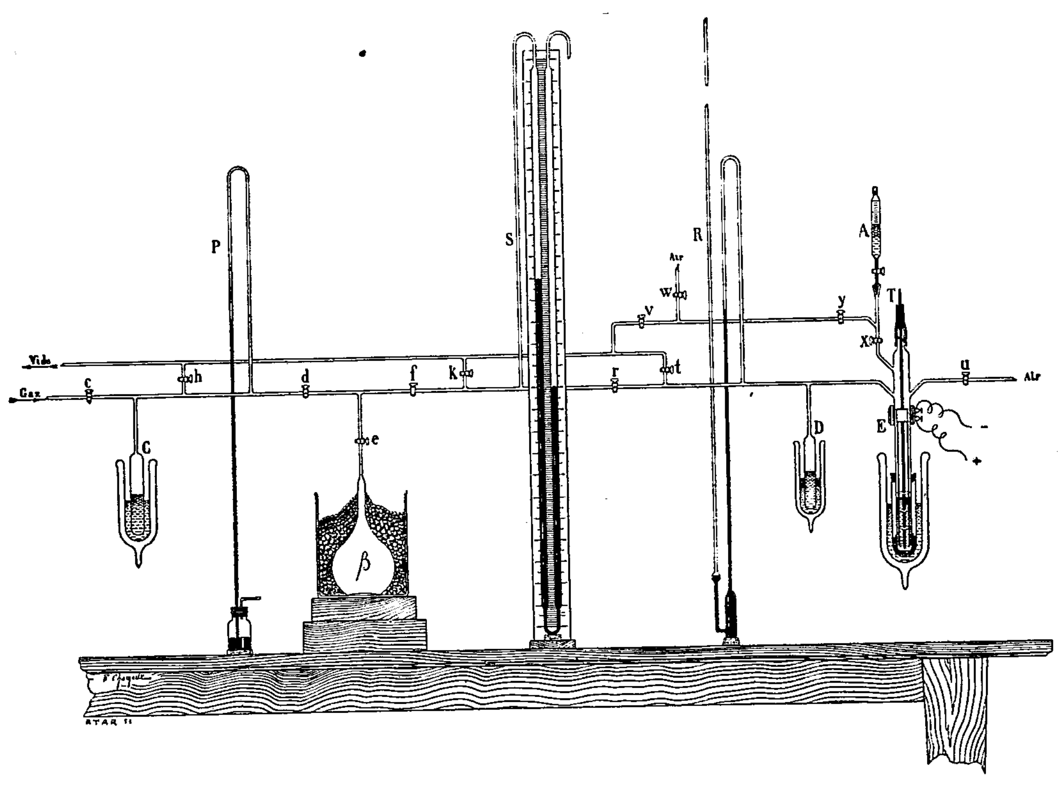


Fig. 1.

choses qu'une élévation de température ou de pression seule produirait sans leur intervention (²), les *catalyseurs chimiques* doivent former une combinaison d'addition avec les substances dont ils *facilitent* ou *provoquent* la réaction. Le mode d'action de ces derniers permet souvent d'appliquer l'analyse thermique (Menschütkin : systèmes formés par divers composés

(¹) Cf. J. Duclaux, *Comptes rendus*, t. 152, p. 1176, et t. 153, 1911, p. 1217; G. Baume, *Arch. des Sc. phys. et nat.* (Genève), 4ᵉ série, t. 33, 1912, p. 424 et 436.

(²) On sait que la vitesse d'une réaction double sensiblement pour une élévation de température de 10°.

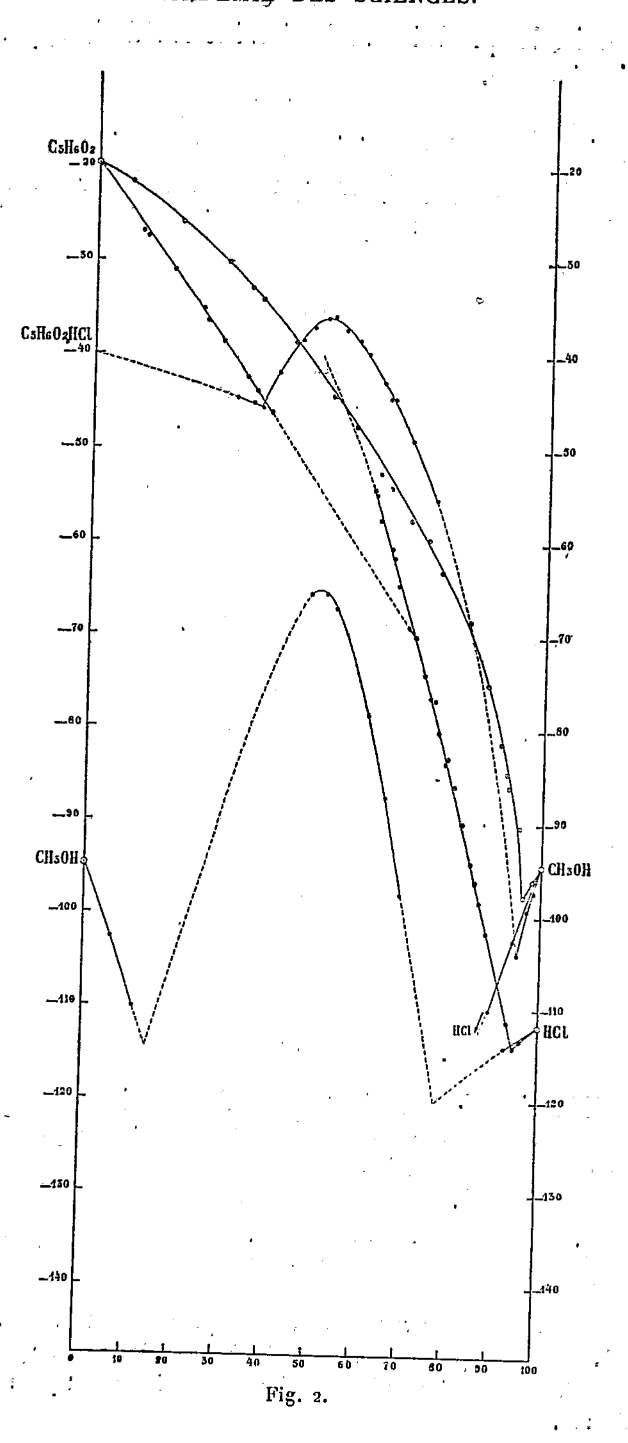

C5H6O2
C5H6O2HCl
CH3OH
CH3OH
HCl
HCl
-20
-30
-40
-50
-60
-70
-80
-90
-100
-110
-120
-130
-140
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100

Fig. 2.

organiques avec divers sels minéraux). Nous avons pu étudier ainsi le mécanisme de l'éthérification sous l'influence de l'acide chlorhydrique.

II. Au point de vue expérimental, notre appareil diffère peu de celui qui a déjà été décrit au début de ces recherches (¹). Il comprenait (*fig.* 1) :

1° Un appareil producteur et purificateur d'acide chlorhydrique.

2° Un système volumétrique (β S D) permettant de déterminer exactement les masses de gaz avant leur condensation dans le tube-laboratoire E.

3° Le tube-laboratoire E avec agitateur électromagnétique; ce tube est précédé d'une ampoule auxiliaire D et d'un manomètre R réalisant dans l'appareil des pressions variant de 0 à 3 atmosphères et effectuant la condensation et la dissolution du gaz; il porte à sa partie supérieure un joint conique qui permet d'introduire, au moyen d'une pipette graduée A, des quantités pesées de liquide (CH^3OH ou $C^2H^5CO^2H$). Un système tubulaire convenable permet d'effectuer toutes ces opérations dans le vide.

III. Nous avons montré, dans des publications antérieures, que l'alcool méthylique et l'acide propionique forment avec l'acide chlorhydrique des combinaisons caractérisées par l'allure de la courbe de fusibilité de la forme (²) ($CH^3OH + HCl$) et ($C^2H^5.CO^2H + HCl$).

En produisant dans le tube-laboratoire de notre appareil une quantité connue de la combinaison ($C^2H^5.CO^2H + HCl$) (³), et en lui ajoutant des quantités croissantes, également connues, d'alcool méthylique, nous avons obtenu un maximum très net de la courbe de fusibilité de ce système, caractérisant $[C^2H^5.CO^2H + HCl] + CH^3OH$.

Cette combinaison constitue le premier stade de la formation des éthers.

En partant au contraire du composé $CH^3OH + HCl$, et en l'additionnant de quantités croissantes d'acide propionique, les indications du thermomètre ont toujours varié *follement*. Des essais directs ont permis de constater la formation de *propionate de méthyle* dans les conditions de nos expériences, montrant ainsi que nous avions atteint la zone de substitution.

Ces résultats nous semblent d'autant plus intéressants que la courbe de fusibilité du système ($C^2H^5.CO^2H - CH^3OH$) est parfaitement régulière,

(¹) G. BAUME, *Comptes rendus*, t. 148, 1909, p. 1322, et *Journ. chim. phys.*, t. 9, 1911, p. 245. — G. BAUME et F.-L. PERROT, *Comptes rendus*, t. 152, 1911, p. 1763. — Rappelons que tout l'appareil est construit en verre soudé.

(²) G. BAUME et G.-P. PAMFIL, *Comptes rendus*, t. 151, 1911, p. 1905. — G. BAUME et N. GEORGITSES, *Id.*, t. 154, 1912, p. 650.

(³) Cette opération, assez délicate, est facile lorsqu'elle est effectuée simultanément par deux expérimentateurs.

sans maximum, ainsi que nous l'avons établi (*fig.* 2) : nous retrouvons donc, sur l'exemple que nous avons choisi, les trois zones indiquées plus haut : *indifférence, addition, substitution.*

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur l'écrouissage et le recuit du zinc.* Note de M. G. **Timoféef**, transmise par M. Henry Le Chatelier.

L'objet de ces recherches a été d'étudier l'influence de l'écrouissage et du recuit sur la structure micrographique du zinc. Le réactif d'attaque employé était une solution d'acide azotique très diluée additionnée d'une petite quantité d'une solution d'acide chromique à 6 pour 100. Les différents grains du métal présentent des colorations différentes en relation avec leur orientation cristalline. Les photographies sont reproduites au grossissement de 33 diamètres.

Le métal avait été fondu dans de petites lingotières de 5^{mm} de diamètre. La figure 1 représente la partie centrale du lingot ; les grains sont sillonnés par des macles qu'un refroidissement trop rapide, ou le plus léger effort après solidification, suffit pour développer. L'écrouissage (*fig.* 2) a été obtenu en comprimant lentement dans un étau le petit lingot refroidi constamment avec de la glace, pour éviter tout échauffement.

Le recuit commence à se produire très lentement dès la température ordinaire, 20° à 25°, comme le montre la figure 3 reproduisant la structure de l'échantillon de la figure 2 après 15 jours de conservation à la température du laboratoire. A 65°, la recristallisation du métal est déjà manifeste au bout de quelques minutes. La vitesse de cristallisation croît rapidement avec la température et, pour une même durée de chauffage, la grosseur des grains obtenus est d'autant plus grande que la température est plus élevée. La figure 4 représente le même échantillon que précédemment, recuit quelques minutes à 100°, et la figure 5 le représente après un recuit de plusieurs jours à 302°.

Les figures 6, 7 et 8 représentent un échantillon recuit quelques minutes à 360°, puis soumis aux traitements suivants : un écrouissage local (*fig.* 6) a été produit par une rayure d'aiguille et un chauffage ultérieur à 200° a fait recristalliser l'emplacement de la rayure sans modifier les cellules obtenues par le premier recuit. La figure 7 représente le même échantillon écroui par un choc très faible, et enfin la figure 8 l'échantillon de la figure 7 dont les macles ont disparu après un recuit à 218°.



Fig. 1. — Centre d'un petit lingot de zinc fondu.

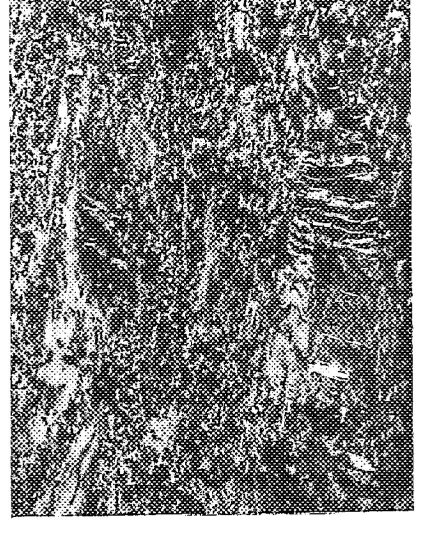


Fig. 2. — Même échantillon écroui par compression.

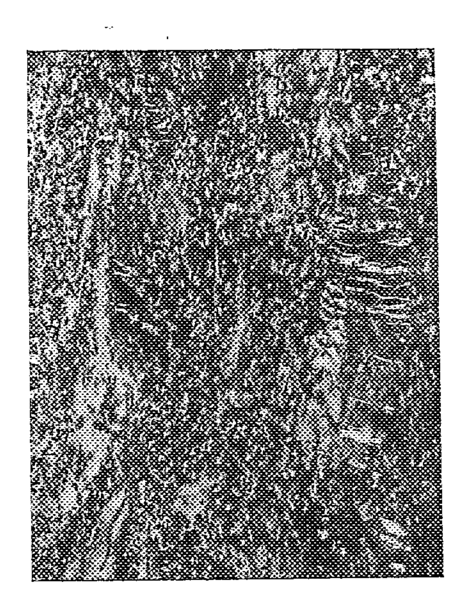


Fig. 3. — Recuit spontané pendant 15 jours.

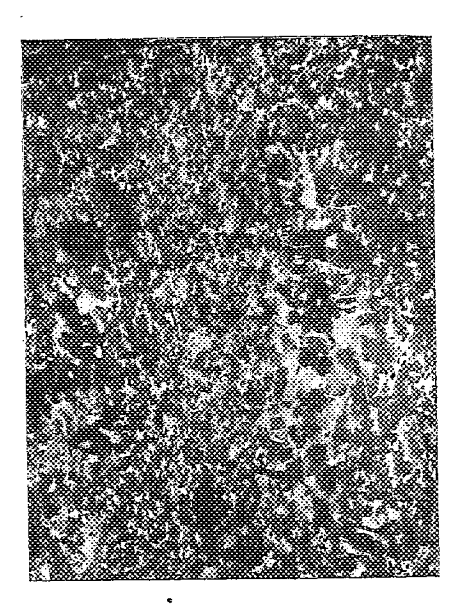


Fig. 4. — Recuit à 100° pendant quelques minutes.

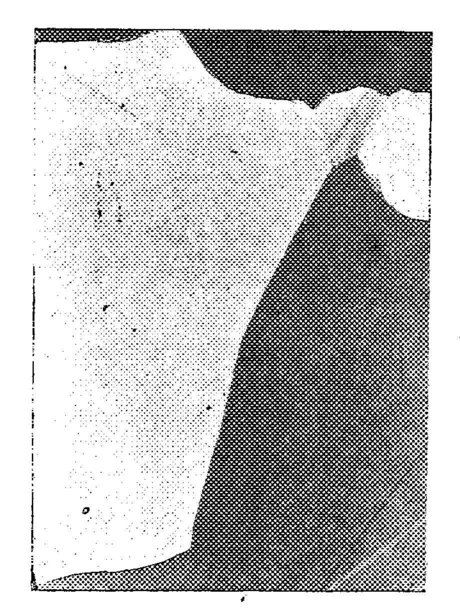


Fig. 5. — Recuit à 302° pendant plusieurs jours.

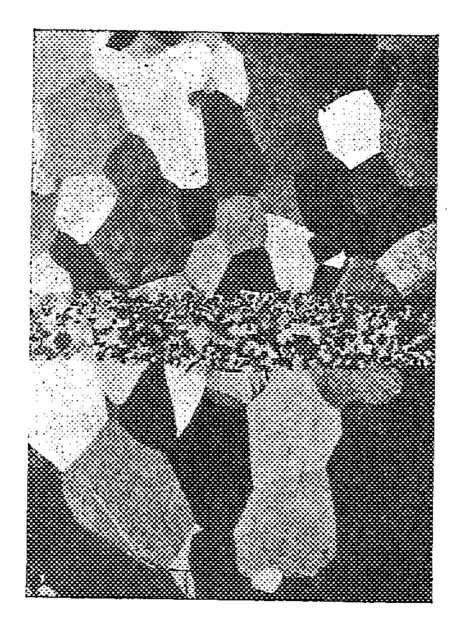


Fig. 6. — Recuit à 360°, écrouissage et recuit à 100°

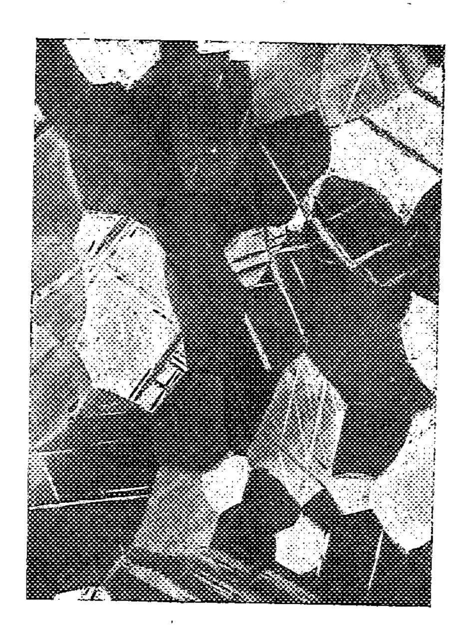


Fig. 7. — Recuit à 360° et écrouissage par un léger choc.

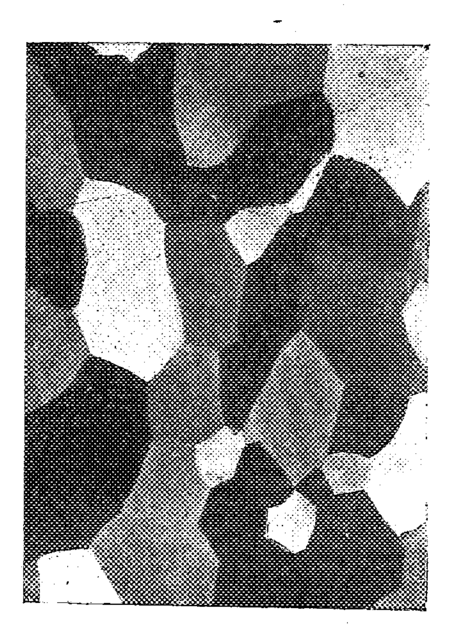


Fig. 8. — Même échantillon recuit à 218°.

BOTANIQUE. — *Sur le Ficus Carica en Italie.* Note de M. **B. Longo.**

L'année dernière, Tschirch et Ravasini publièrent aux *Comptes rendus*, dans une Note préliminaire, leurs recherches sur le Figuier (¹).

J'avais déjà publié sur le même sujet, en 1905 (²) et en 1906 (³), deux Notes préliminaires et, en 1909 (⁴), j'avais exposé avec plus de détails, dans un Mémoire, mes observations et mes recherches.

Les résultats des recherches de Tschirch et Ravasini ne concordent pas, en plusieurs points, avec ce que j'avais observé ni même avec ce qui avait été observé par d'autres auteurs. Je vais résumer ici brièvement les points principaux.

Tschirch et Ravasini affirment que tous les auteurs admettent que le Figuier sauvage d'Italie et le Caprifiguier sont identiques. J'avais fait remarquer que l'on rencontre au contraire, en Italie, à l'état sauvage, soit le Figuier (Figuier femelle), soit le Caprifiguier (Figuier mâle), et la même chose avait déjà été remarquée auparavant par Gasparrini en 1845 et même par Cavolini en 1782.

Tschirch et Ravasini disent avoir découvert que le Figuier sauvage d'Italie n'est ni le Figuier ni le Caprifiguier, mais qu'il est à la fois mâle et femelle puisqu'il porte, disent-ils, *mamme* (*cratiri*) et *profichi* (*fioroni*) comme le Caprifiguier et *fichi* (*forniti*) comme le Figuier; il constitue, d'après Tschirch et Ravasini, un véritable *prototype* très constant. Contre cette affirmation de Tschirch et Ravasini, je fais remarquer ici que je n'ai trouvé à l'état sauvage en Calabre, à Rome et en Toscane, que des Figuiers et des Caprifiguiers.

D'après Tschirch et Ravasini, les graines fertiles du Figuier donneraient

---

(¹) Tschirch et Ravasini, *Le type sauvage du Figuier et ses relations avec le Caprifiguier et le Figuier femelle domestique* (*Comptes rendus*, t. 152, nº 13, 1911).

Voir aussi A. Tschirch, *Die Feigenbäume Italiens* (*Ficus Carica* L.), *Ficus Carica α Caprificus und Ficus Carica β domestica und ihre Beziehungen zu einander* (*Ber. d. deutsch. Bot. Ges.*, t. XXIX, 3ᵉ fasc., 1911).

(²) B. Longo, *Acrogamia aporogama nel Fico domestico* (*Ficus Carica* L.) (*Ann. d. Bot.*, t. III, 1ᵉʳ fasc., luglio 1905).

(³) B. Longo, *Richerche sul Fico e sul Caprifico* (*Rendic. d. R. Accad. dei Lincei. Cl. di. sc. fis., mat. e nat.*, 5ᵉ sér., t. XV, 1ᵉʳ sem., 7ᵉ fasc., 1 aprile 1906).

(⁴) B. Longo, *Osservazioni e ricerche sul Ficus Carica* L. (*Annali di Bot.*, t. VII, 2ᵉ fasc., 1909).

toujours leur *prototype* et jamais le Figuier ou le Caprifiguier qui, à leur tour, ne se reproduiraient que par multiplication végétative. Le fait qu'à l'état sauvage on trouve des Figuiers et des Caprifiguiers et les expériences de Gasparrini et de Trabut démontrent que l'affirmation de Tschirch et Ravasini est erronée.

Une autre affirmation de Tschirch et Ravasini contraire à la réalité, c'est que le Caprifiguier ne produit point de graines, tandis que des graines fertiles ont été signalées chez le Caprifiguier par Gasparrini et d'autres auteurs postérieurs.

D'après Tschirch et Ravasini, les fleurs galles ne sont pas des fleurs parce qu'elles ne possèdent pas d'ovule : les recherches de Solms-Laubach, les miennes et celles de Leclerc du Sablon, démontrent précisément le contraire. Comme conséquence de cette affirmation erronée, Tschirch et Ravasini soutiennent inexactement que, chez le Figuier, il ne s'agit pas de dichogamie protogyne.

Et, comme conséquence des caractères qu'ils ont attribués à leur *prototype*, Tschirch et Ravisini ont dû attribuer au *Blastophaga* un cycle de vie différent de celui qui a été observé par les botanistes et zoologistes.

Tschirch et Ravasini affirment, en outre, que les femelles stériles des *fichi fiori* (*fioroni*) du Figuier ne possèdent pas d'ovules, tandis que mes recherches ont démontré que cela n'est pas exact.

Ils affirment même que dans l'ovule des *fichi* (*forniti*) il existe toujours le micropyle, tandis que mes recherches ont démontré que dans cet ovule les bords du tégument interne se rejoignent précocement de manière que l'ovule, avant la fécondation (¹), n'a plus ni micropyle ni canal micropylaire.

Tous ces arguments ont été l'objet d'une Communication que j'ai faite au Vᵉ Congrès de la Société italienne pour l'Avancement des Sciences, qui a eu lieu à Rome (octobre 1911) (²). A cette réunion, à laquelle fut présent aussi le Dʳ Ravasini, je présentai aussi de nombreuses préparations macroscopiques et microscopiques pour prouver, de la manière la plus convaincante, l'exactitude de mes affirmations.

Je croyais donc que la question devait être désormais définie, mais la

(¹) L'oblitération du micropyle s'est déjà accomplie lorsque le jeune sac embryonnaire n'a que deux noyaux ou, tout au plus, quatre noyaux.

(²) B. Longo, *Sul Ficus Carica* (*Annali di Bot.*, t. IX, 4ᵉ fasc., 1911). — Voir aussi B. Longo, *Su la pretesa esistenza del micropilo nel Ficus Carica* L. (*Annali di Bot.*, t. IX, 3ᵉ fasc., 1911).

thèse (¹) que Ravasini a publiée postérieurement m'a obligé à revenir encore sur l'argument par une publication qui vient de paraître (²).

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur la chlorose végétale provoquée par le carbonate de calcium.* Note de MM. **P. Mazé**, **Ruot** et **Lemoigne**, présentée par M. E. Roux.

Beaucoup de plantes de la grande culture, adaptées aux terrains acides, deviennent chlorotiques lorsqu'on les cultive sur des sols calcaires.

La théorie a attribué cette maladie physiologique à l'absorption d'une quantité exagérée de bicarbonate de calcium.

La pratique a montré qu'elle est la conséquence d'une pénurie de soufre ou de fer, quelquefois peut-être des deux éléments, puisque le mal cède à un traitement au sulfate de fer.

Fixés maintenant sur les conséquences physiologiques de la privation de soufre ou de fer chez le maïs (³) nous nous sommes proposé de reproduire expérimentalement la chlorose végétale telle qu'on l'observe dans les terrains calcaires, et d'en déterminer la véritable cause.

L'introduction, dans la solution nutritive, de nitrate de calcium comme aliment azoté, l'addition de doses croissantes de 0,5 à 2 pour 1000 de chlorure de calcium concurremment avec le carbonate de calcium insoluble, réalisent un milieu qui rappelle les sols crétacés, parce que là comme ici le liquide qui est en contact avec les racines renferme du bicarbonate de calcium.

Dans un pareil milieu, le maïs conserve sa couleur verte; mais sa végétation est beaucoup retardée; le retard est dû à l'excès de chlorure de calcium ainsi que le prouve le développement de pieds témoins.

Le maïs, plante bien adaptée aux terrains calcaires, ne devient donc pas chlorotique dans un milieu fortement chargé en sels de calcium.

Le lupin blanc est atteint de chlorose au bout de quelques jours dans les solutions additionnées de carbonate de calcium; ses organes aériens restent verts dans les solutions privées de carbonate, bien que celles-ci renferment du nitrate et du chlorure de calcium.

(¹) R. Ravasini, *Die Feigenbäume Italiens und ihre Beziehungen zu einander* (*Inaug.-Dis.*, *Bern*, 1911).

(²) B. Longo, *Ancora sul Ficus Carica* (*Annali di Bot.*, t. V, 2ᵉ fasc., 1912).

(³) P. Mazé, *Chlorose expérimentale du maïs* (*Comptes rendus*, 1911).

La chlorose du lupin blanc est donc produite par le carbonate de calcium.

Les mêmes faits s'observent dans du sable de Fontainebleau arrosé avec les mêmes solutions.

Malheureusement la végétation du lupin, dans les milieux artificiels, est si précaire, qu'il est impossible de déterminer exactement la cause du mal.

Pour réaliser les épreuves relatives à la détermination du mécanisme de la chlorose, lesquelles consistent, on le sait, à faire évaporer sur les feuilles des gouttelettes de solutions à 0,2 pour 1000 de sulfate d'ammonium ou d'azotate ferrique, nous avons dû nous adresser à la vesce de Narbonne (*Viscia Narbonnensis*).

Cette plante se développe bien dans la solution suivante :

Nitrate de calcium.......	1 g	Silicate de potassium.....	0,025 g
Phosphate bipotassique...	0,25	Sulfate d'aluminium......	0,025
Sulfate d'ammonium......	0,20	Chlorure de calcium......	0,120
Sulfate de magnésium.....	0,05	Chlorure de manganèse...	0,025
Sulfate ferreux..........	0,025	Eau de source	1000
Soude..................	quantité suffisante pour neutraliser la solution au tournesol.		

Si l'on introduit dans la liqueur nutritive 2 pour 1000 du carbonate de calcium, les plantes deviennent régulièrement chlorotiques après avoir produit une demi-douzaine de feuilles normales.

Des gouttelettes de solution d'azotate ferrique à 0,2 pour 1000, déposées sur les feuilles décolorées, font apparaître la chlorophylle au bout de trois jours; le sulfate d'ammonium n'a pas d'action sur cette chlorose.

C'est donc le carbonate de calcium qui a provoqué la chlorose par privation de fer.

L'explication du phénomène est maintenant facile à donner.

Dans les milieux précédents, pourvus de carbonate de calcium, le fer est entièrement insolubilisé. Certaines plantes, comme le maïs, possèdent la propriété de le dissoudre par les excrétions acides de leurs racines. L'acide mis en œuvre par le maïs est l'acide malique qu'on peut caractériser facilement dans le milieu nutritif.

D'autres, comme le lupin, la vesce de Narbonne, moins aptes à produire une quantité suffisante d'acide, restent sans action sur le fer insoluble et contractent la chlorose.

Les vignes françaises se comportent comme le maïs dans les terrains calcaires; les vignes américaines subissent le sort du lupin ou de la vesce

de Narbonne; mais l'absorption de doses exagérées de bicarbonate de calcium ne présente aucune relation avec l'accident; en utilisant comme remède le sulfate de fer, l'empirisme s'adresse directement à la cause du mal et, pour mieux l'atteindre, il porte directement aussi le fer dans les tissus de la plante au lieu de l'offrir aux racines trop souvent incapables de l'absorber.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Nouvelles synthèses de glucosides d'alcools à l'aide de l'émulsine : Butylglucoside* β, *isobutylglucoside* β *et allylglucoside* β. Note de MM. **Em. Bourquelot** et **M. Bridel**.

Nous avons décrit précédemment la préparation synthétique, à l'aide de l'émulsine, des glucosides β des trois premiers alcools primaires et normaux de la série des alcools saturés d'hydrogène (1); nous exposons dans cette Note celle des glucosides β de deux autres alcools primaires de la même série : l'un normal, l'alcool butylique; l'autre non normal, l'alcool isobutylique, et nous y joignons la préparation du glucoside d'un alcool de la série acétylique, l'alcool allylique.

Les alcools butylique et isobutylique, même saturés d'eau, ne dissolvant, le premier que 0,85 et le second que 0,40 environ de glucose pour 100, nous avons été amenés à essayer l'addition d'un excès de ce sucre par rapport à sa solubilité, dans la pensée que l'alcool restant saturé, la réaction atteindrait une plus grande quantité de glucose. Il en est ainsi, en effet, de sorte qu'on a pu parfois obtenir d'assez forts rendements avec de petites quantités d'un alcool, ce qui est un avantage pour les alcools qui, comme l'alcool butylique, sont d'un prix très élevé.

Butylglucoside β. — On ne paraît pas avoir appliqué jusqu'ici, à l'alcool butylique normal, les procédés chimiques de synthèse des glucosides d'alcools. Par voie biochimique, c'est-à-dire avec l'émulsine, la synthèse se fait aisément.

Préparation. — Un premier essai a été tenté avec la solution suivante :

Alcool butylique normal à 10 pour 100 d'eau environ (saturé).....	50^{cm^3}
Glucose en excès.	

On agite jusqu'à saturation et l'on filtre. Rotation de la solution filtrée : + 54

(1) *Comptes rendus*, 1er juillet 1912, p. 86.

pour $l = 2$. On ajoute $0^g,20$ d'émulsine et l'on abandonne à la température du laboratoire (18° à 22°) en ayant soin d'agiter fréquemment.

La réaction était arrêtée le 16e jour, alors que la rotation était de $-16'$. Dans une autre opération, effectuée avec un excès de glucose, l'arrêt s'est produit vers le 6e jour, mais la rotation était alors de $-56'$, ce qui correspond, en tenant compte de ce que la liqueur reste saturée de glucose, à un mouvement de $164'$, supérieur de $94'$ à celui de la première expérience.

On a filtré et réuni les deux liquides; on a distillé à sec sous pression réduite et repris le résidu par 50^{cm^3} d'éther acétique bouillant; on a laissé reposer pendant deux jours; on a filtré et abandonné la solution dans le vide sulfurique. Vers la fin de la concentration, le liquide résiduel s'est pris en une masse compacte de cristaux en aiguilles. On a lavé ceux-ci en triturant avec de l'éther ordinaire, puis on les a reportés dans le dessiccateur à vide jusqu'à dessiccation complète.

Propriétés. — Le butylglucoside β cristallise en aiguilles incolores. Il est inodore et possède une saveur amère. Il est très hygroscopique. Son pouvoir rotatoire a été trouvé égal à $-35°,4$ (solution aqueuse à 2,117 pour 100). Il réduisait très légèrement la liqueur cupro-potassique, ce qui peut tenir à ce que, en raison de la petite quantité de produit obtenu (1^g à $1^g,20$), on n'a pu le purifier complètement. En solution aqueuse, il est rapidement hydrolysé par l'émulsine.

La rotation finale observée dans la première expérience correspond à la transformation en butylglucoside de 69,3 pour 100 du glucose.

Isobutylglucoside β. — On ne paraît pas, non plus, avoir cherché jusqu'ici à préparer de glucoside de l'alcool isobutylique.

Préparation. — La synthèse biochimique de la forme β a été réalisée par le mélange suivant :

Alcool isobutylique	800^g
Eau distillée	80
Glucose	15
Émulsine	4

Le glucose est ici en grand excès, la totalité du mélange liquide ne pouvant en dissoudre que $3^g,50$ environ. Rotation au départ : $+24'$ pour $l = 2$.

La réaction, favorisée par agitation à la machine, s'étant fortement ralentie vers le douzième jour, la rotation étant de $-24'$, on a procédé à la séparation du glucoside en opérant comme plus haut, sauf que, après avoir repris le résidu sec par l'éther acétique bouillant, et après avoir laissé 48 heures, on a simplement décanté et concentré jusqu'à 25^{cm^3}.

La cristallisation a commencé presque aussitôt et, en quelques heures, la solution était prise en masse. Les cristaux ont été purifiés par dissolution dans la plus petite

quantité possible d'un mélange bouillant d'acétone et d'éther ordinaire à volumes égaux.

Propriétés. — Ce glucoside cristallise en aiguilles. Il n'est pas hygroscopique; il est inodore et possède une saveur très amère. Point de fusion : 99°-100°; pouvoir rotatoire : — 34°,96 (solution aqueuse à 2,6693 pour 100).

Il réduisait légèrement la liqueur cupro-potassique. En solution aqueuse il est hydrolysé rapidement par l'émulsine, et la solution présente alors l'odeur de l'alcool isobutylique.

Allylglucoside β. — Em. Fischer, dans son Mémoire sur les glucosides d'alcools, cite simplement l'alcool allylique comme un de ces alcools dont on a vérifié qu'ils se combinent avec le glucose en présence d'acide chlorhydrique ([1]). Il n'a rien été publié de particulier sur cette combinaison.

Préparation. — On a opéré d'abord avec le mélange suivant :

Alcool allylique renfermant 15 pour 100 d'eau en poids.	115$^{cm^3}$
Glucose	1^g,15
Émulsine..	0^g,50

La rotation, qui était au départ de +1°6′, a passé en 5 jours à +4′, et le 16e jour, la réaction étant arrêtée, elle était de — 22′.

Dans une seconde opération, effectuée de même, mais avec le double de glucose, la rotation a passé en 6 jours de + 2°8′ à + 24′, pour atteindre à l'arrêt de la réaction, vers le 16e jour, — 32′, ce qui fait un mouvement de 160′, presque double de celui du premier essai (88′).

Ces deux mélanges ayant été réunis, on a filtré, puis distillé à sec sous pression réduite. On a épuisé le résidu à l'ébullition par 500$^{cm^3}$ d'éther acétique bouillant; on a laissé reposer pendant 48 heures, décanté, distillé à sec et repris par une petite quantité d'acétone bouillant; la cristallisation s'est faite aussitôt.

Propriétés. — Glucoside incolore, inodore, à saveur amère, fondant à + 96° (non corr.), hygroscopique. Son pouvoir rotatoire a été trouvé égal à — 40°34′ (concentration : 2,4786 p. 100). Il réduisait aussi légèrement la liqueur cupro-potassique. En solution aqueuse, il est hydrolysé rapidement par l'émulsine et la solution exhale alors l'odeur piquante très caractéristique de l'alcool allylique.

La séance est levée à 4 heures un quart.

Ph. v. T.

([1]) *Ber. chem. Gesell.*, t. XXVI, 1893, p. 2400.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 5 août 1912.

Paul Tannery. *Mémoires scientifiques*, publiés par J.-L. Heiberg et H.-G. Zeuthen. Tome I : *Sciences exactes dans l'antiquité*, 1876-1884, fasc. 1. Paris, Gauthier-Villars; Toulouse, Édouard Privat, 1912; 1 vol. in-8. (Présenté par M. Darboux. Hommage de MM. Heiberg et Zeuthen.)

Résumé de la Géologie des Pyrénées françaises, par Léon Carez; avec figures dans le texte, une planche et six cartes en couleurs. (*Mémoires de la Société géologique de France*; 4e série, t. II, Mémoire no 7.) Paris, 1912; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. A. Lacroix. Hommage de l'auteur.)

Flore générale de l'Indo-Chine, publiée sous la direction de M. H. Lecomte; t. IV, fasc. 1, p. 1-160. *Asclépiadacées*, par J. Costantin. *Loganiacées*, par Paul Dop. Paris, Masson et Cie, 1912. (Présenté par M. Ph. van Tieghem. Hommage de M. Lecomte.)

Le potentiel atmosphérique, le baromètre différentiel et la météorologie cosmique, par M. Jean Boudilovsky, Colonel en retraite. Saint-Pétersbourg, 1912; 1 vol. in-8°. (Transmis par M. le Consul général de Russie à Paris. Hommage de l'auteur.)

Voyage en Colombie, 1911-1912, par Félix Serret. Paris, H. Dunod et Pinat, 1912; 1 vol. in-12. (Hommage de l'auteur.)

Annales médico-psychologiques : Journal destiné à recueillir tous les documents relatifs à l'aliénation mentale, aux névroses et à la médecine légale des aliénés; 2e série, t. II, no 1, juillet 1912. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-12.

ERRATA.

(Séance du 29 juillet 1912.)

Note de MM. *Albert Berthelot* et *D.-M. Bertrand*, Contribution à l'étude de la toxicité de la β-imidazoléthylamine :

Page 360, ligne 21, *au lieu de* leur intensité variant, *lire* leur intensité variait.
Page 361, lignes 1 et 14, *au lieu de* révolution, *lire* résolution.
Page 362, lignes 15-16, *au lieu de* vraisemblable, *lire* probable.

On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis 1835 les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux ibles, l'une par ordre alphabétique des matières, l'autre par ordre alphabétique des noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel part du 1er Janvier.

Prix de l'abonnement :

Paris : **30** fr. — Départements: **40** fr. — Union postale: **44** fr.

On souscrit dans les départements,

	chez Messieurs :
gen	Ferran frères.
lger	Chaix. Jourdan. Ruff.
miens	Courtin-Hecquet.
ngers	Grassin. Siraudeau.
ayonne	Jérôme.
esançon	Marion.
ordeaux	Feret. Laurens. Muller (G.).
ourges	Renaud.
rest	Derrien. Grandmontagne. F. Robert. Uzel frères.
aen	Jouan.
Chambéry	Dardel.
Cherbourg	Henry. Marguerie.
Clermont-Ferr.	Delaunay. Girard-Guillochin.
Dijon	Ratel. Rey. Venot.
Douai	Degez. Lauverjat
Grenoble	Rey et Cie.
La Rochelle	Foucher.
Le Havre	Dombre. Flammarion.
Lille	Giard. Janny. Tallandier.
Lorient	Baumal. Gosse.
Lyon	Duplat. Georg. Maloine. Phily.
Marseille	Ruat.
Montpellier	Valat. Coulet.
Moulins	Martial Place.
Nancy	Barbé. Berger. Wagner et Lambert.
Nantes	Veloppé.
Nice	Barma.
Nîmes	Lavagne-Peyrot.
Orléans	Loddé.
Poitiers	Blanchier. Lévrier.
Reims	L. Michaud.
Rennes	Plihon et Hommais.
Rochefort	Ripé.
Rouen	Langlois. Lestringant.
St-Étienne	Chevalier.
Toulon	Alté. Figard.
Toulouse	Gimet. Privat.
Tours	Boisselier. Péricat.
Valenciennes	Giard. Lemaitre.

On souscrit à l'étranger.

	chez Messieurs :
Amsterdam	Feikema Caarelsen et Cie.
Athènes	Eleftheroudakis.
Barcelone	Piaget. Verdaguer.
Berlin	Asher et Cie. Friedlander et fils. Mayer et Müller.
Berne	Francke.
Bologne	Zanichelli.
Bruxelles	Lamertin. Lebègue et Cie. Ramlot.
Bucarest	Alcalay. Socec et Ce.
Budapest	Kilian.
Cambridge	Deighton, Bell et Co.
Christiania	Cammermeyer.
Constantinople	Otto Keil.
Copenhague	Höst et fils.
Florence	Seeber.
Gand	Herckenrath.
Gênes	Beuf.
Genève	Burckhardt. Georg.
La Haye	Belinfante frères.
Lausanne	Payot et Cie. Rouge. Sack.
Leipzig	Brockhaus. Fock. Twietmeyer. Voss.
Liège	Gnusé. Nierstrasz.
Londres	Dulau. Hachette et Cie. Nutt.
Luxembourg	V. Bück.
Madrid	Dossat. F. Fé. Romo. Ruiz et Cie.
Milan	Bocca frères. Hœpli.
Moscou	Tastevin.
Naples	Marghieri di Gius. Pellerano.
New-York	Dyrsen et Pfeiffer. Lemcke et Buechner. Stechert.
Odessa	Rousseau.
Oxford	Parker et Cie.
Palerme	Reber.
Porto	Magalhaes et Moni.
Prague	Rivnac.
Rio-Janeiro	Alvès. Briguiet. Garnier.
Rome	Bocca frères. Loescher et Cie.
Rotterdam	Kramers et fils.
Stockholm	Nordiska Boghandel.
St-Pétersbourg	Wolff. Zinserling.
Turin	Bocca frères. Brero. Rosenberg et Sellier.
Varsovie	Gebethner et Wolff.
Vérone	Drucker.
Vienne	Frick. Gerold et Cie.
Zurich	Rascher.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tomes **1** à **31**. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix .... **25** fr.
Tomes **32** à **61**. — (1er Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix .... **25** fr.
Tomes **62** à **91**. — (1er Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix .... **25** fr.
Tomes **92** à **121**. — (1er Janvier 1881 à 31 Décembre 1895.) Volume in-4°; 1900. Prix .... **25** fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I. — Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbès et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent les Comètes, par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. Claude Bernard. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856 .... 25 fr.

Tome II. — Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur Bronn. In-4°, avec 7 planches; 1861... 25 fr.

A la même Librairie les **Mémoires de l'Académie des Sciences**, et les **Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences**.

N° 7.

TABLE DES ARTICLES (Séance du 12 Août 1912).

CORRESPONDANCE.

50192 PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : GAUTHIER-VILLARS.

1912

DEUXIÈME SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME 155.

N° 8 (19 Août 1912).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1912

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Toute Note manuscrite d'un Membre de l'Académie ou d'une personne étrangère ne pourra paraître dans le *Compte rendu* de la semaine que si elle a été remise le jour même de la séance.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Les *Comptes rendus* ne reproduisent pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin ; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* ne contiennent ni planches, ni figures.

Dans le cas exceptionnel où des figures seraient autorisées, l'espace occupé par ces figures comptera pour l'étendue réglementaire.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 19 AOUT 1912.

PRÉSIDENCE DE M. BASSOT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MINÉRALOGIE. — *Les pegmatites gemmifères de Madagascar.* Note de M. A. Lacroix.

D'actives recherches sont faites dans le centre de Madagascar sur des filons de pegmatites gemmifères. Je me suis attaché à étudier sur place le plus grand nombre possible d'entre eux, afin de préciser leurs caractères.

Les principaux gisements sont compris dans un rectangle se développant sur une trentaine de kilomètres à l'est et à l'ouest du méridien de Betafo ([1]) entre le parallèle de Miandrarivo et la Matsiatra, soit sur environ 200^{km} du Nord au Sud.

Toutes ces pegmatites présentent certaines caractéristiques communes; elles sont constituées essentiellement par du quartz et du microcline [parfois vert (amazonite)], auxquels s'adjoignent des minéraux accessoires, dont quelques-uns sont recherchés comme gemmes.

Dans un même filon, les proportions relatives des minéraux essentiels sont fort variables; le quartz, en particulier, domine tellement par places qu'on pourrait au premier abord se croire en présence de filons uniquement quartzeux.

([1]) Beaucoup de ces gisements sont concentrés au sud-ouest d'Antsirabé. Ce sont surtout eux qui ont fourni les matériaux que j'ai décrits (1898-1911), avant mon voyage, et qui m'ont permis d'appeler, pour la première fois, l'attention sur cette région; quelques-uns d'entre eux ont été étudiés, récemment, par MM. Duparc, Wunder et Sabot.

La structure et le grain ne sont pas moins variables; les associations graphiques sont fréquentes, non seulement entre le quartz et le feldspath, mais entre la tourmaline et le quartz, les micas et le quartz ou la tourmaline.

Les roches à grain moyen sont presque exceptionnelles; les éléments de ces pegmatites sont en général de grande taille ou même de taille colossale; les cristaux de quartz, de microcline (parfois même de béryl, de tourmaline) ayant plus d'un mètre ne sont pas exceptionnels. Souvent le grain devient brusquement très fin, la roche se transforme en aplite, présentant des particularités minéralogiques spéciales.

Certaines pegmatites renferment des cavités miarolitiques plus ou moins grandes; celles-ci peuvent devenir énormes et constituer alors de véritables cryptes, renfermant des centaines ou des milliers de cristaux, grands ou petits.

Les minéraux accessoires sont sujets à des variations encore plus grandes dans leur distribution et dans leurs proportions. Il n'est pas rare de les trouver plus abondants dans les filons minces que dans les autres; certains d'entre eux (tourmaline, apatite) se concentrent parfois sur les bords.

Ces pegmatites doivent être divisées en deux groupes. Le premier renferme ce que j'appellerai les *pegmatites potassiques*, parce qu'en général le microcline y est seul ou presque seul en fait de feldspath; s'il est accompagné de mica de couleur claire, celui-ci est de la muscovite; s'il existe de la tourmaline, celle-ci est exclusivement noire.

Le second groupe renferme les *pegmatites sodiques et lithiques*, que j'appelle ainsi non pas parce que le microcline en est absent, mais parce qu'il est associé à beaucoup d'albite; les micas de couleur claire sont lithiques; la tourmaline noire est parfois abondante, mais elle est toujours accompagnée et souvent remplacée par des tourmalines polychromes.

Voici résumée, sous forme de Tableau, la composition minéralogique (limitée aux minéraux d'origine primaire) de chacun de ces groupes, telle qu'elle résulte de mes observations.

	Pegmatites potassiques.	Pegmatites sodiques et lithiques.
	Quartz (souvent rose)	Quartz
Feldspaths	Microcline	Microcline
	*Albite	Albite

(*) Minéraux accidentels.

	Pegmatites potassiques.	Pegmatites sodiques et lithiques.
Micas	Muscovite Biotite	*Muscovite Biotite Lépidolite Zinnwaldite
Tourmalines........	Tourmaline noire	Tourmaline noire Tourmalines polychromes
Grenats...........	Almandin	Spessartite
Béryls............	Béryls légers	Béryls de toutes densités Triphane Danburite Bityite Manandonite
	Zircon (cyrtolite)	
Borates............		Rhodizite Hambergite
Minéraux titanifères, niobifères et tantalifères	Tschewkinite Ilménite Rutile Strüvérite Columbite	Manganocolumbite
— et uranifères (1)..	Euxénite Samarskite Ampangabéite Samirésite Blomstrandite Bétafite	Euxénite Blomstrandite
Phosphates.........	Apatite Monazite	Apatite (manganésifère)
Corps simple (2)....	Bismuth natif	Bismuth natif
Sulfures (2)........	Pyrite *Galène Bismuthinite *Erubescite	

(1) Fournissant des lamelles d'antunite par altération.
(2) Généralement transformés en oxydes ou en carbonates.
(*) Minéraux accidentels.

	Pegmatites potassiques.	Pegmatites sodiques et lithiques.
Fluorures..........	*Fluorine	
Oxydes..........	Magnétite Hématite	*Magnétite
Carbonates..........	Bastnaésite	*Calcite

On voit, par ce Tableau, qu'en outre des caractéristiques énoncées plus haut, ce qui distingue les pegmatites potassiques, c'est la fréquence du béryl qui n'appartient qu'à des variétés de densité faible; c'est en outre la couleur souvent rose du quartz aux affleurements, c'est la présence et souvent l'abondance des minéraux titanifères, niobifères, tantalifères, uranifères (radioactifs), cérifères, yttrifères, qui ne manquent pas tous dans l'autre type, mais qui n'y constituent que des accidents rares et sans importance; la seule gemme que fournissent ces pegmatites est le béryl (aigue-marine bleue ou verte, parfois béryl jaune, rose ou incolore).

Les pegmatites lithiques et sodiques sont caractérisées par la présence d'un plus grand nombre de minéraux borés ou fluorés, par l'abondance des minéraux lithiques (triphane, lépidolite, zinwaldite, tourmalines de couleur claire, etc.), de minéraux renfermant en quantité notable des alcalis rares (rhodizite, béryls denses, etc.). La plupart des silicates contiennent une petite quantité de manganèse plutôt que de fer; le grenat, en particulier, est à peu près exclusivement manganésifère (spessartite).

Ce type de pegmatite fournit des gemmes très variées: tourmalines présentant toute la série des rouges, des jaunes, des verts, des bruns, etc.; béryls généralement roses, exceptionnellement bleus ou verts, triphane rose (kunzite), spessartite, danburite.

L'albite primaire arrive parfois à constituer le seul feldspath de la roche, qui devient alors à grain fin et riche en minéraux accessoires; ces portions albitiques sont quelquefois disposées sans ordre, mais dans d'autres cas elles sont localisées sur le bord des filons ou constituent les apophyses minces de ceux-ci.

La tourmaline est très abondante dans certains gisements; en général, elle n'est pas mélangée aux tourmalines polychromes; elle se localise en certains points des filons, où elle est associée à de l'apatite blanche et de la spessartite. Les micas lithiques ne se trouvent que dans quelques gise-

(*) Minéraux accidentels.

ments, mais ils s'y présentent en général sous une forme peu usuelle, en grandes lames pouvant atteindre un décimètre. Le béryl possède toute la gamme de composition, depuis les variétés assez légères jusqu'à d'autres très réfringentes et très denses (jusqu'à 2,91), qui, dans beaucoup de filons, existent seules.

C'est surtout ce type de pegmatite qui possède la structure miarolitique et renferme les vastes cryptes. Aussi présente-t-il un très grand intérêt minéralogique, à cause de sa richesse en minéraux bien cristallisés.

A ce point de vue, le gisement de Maharitra est spécialement important Mieux que tout autre, il m'a permis d'étudier, grâce à de très nombreux échantillons, les diverses phases de la genèse de la pegmatite. Le bord des cryptes est formé par l'enchevêtrement des éléments normaux : microcline, quartz, auxquels s'adjoint la tourmaline zonée rose et bleue : des cristaux nets de ces minéraux tapissent aussi les parois de la cavité; leur cristallisation a été simultanée et parfois accompagnée de celle de béryl, de danburite, de lépidolite. Peu à peu, la proportion d'albite a été en augmentant par rapport à celle du microcline, qui le premier a cessé de se produire. C'est ensuite l'albite qui a disparu; la formation du quartz et de la tourmaline de couleur claire a continué plus longtemps. De cette période date la production de la variété prismatique d'un minéral spécial à ce gisement, que j'ai désigné sous le nom de *bityite;* elle s'est parfois terminée par une abondante cristallisation de petites aiguilles de rubellite d'un rose très clair, disposées en buissons, sur lesquels sont implantées quelques lames minces de bityite et de lépidolite.

Jusque-là, les phénomènes de cristallisation résultant d'apports pneumatolytiques, de plus en plus riches en soude, en lithine, en alcalis rares et aussi en bore et en fluor ont été constructeurs, ils constituent le prolongement de ceux ayant donné naissance à la masse de la pegmatite; mais il est arrivé un moment où certains des minéraux déjà formés ont cessé d'être en équilibre avec le milieu; ils ont alors subi une attaque profonde. Les cristaux de microcline, en particulier, ont été corrodés et transformés en de véritables squelettes fragiles, plus ou moins complètement épigénisés en albite; leurs cavités se sont garnies de fines aiguilles de tourmaline presque incolore ou légèrement rosée, de paillettes de lépidolite et surtout de la variété lamellaire de bityite. Plus rarement, il s'est formé aussi de grands cristaux de calcite, parallèlement à la base desquels sont géométriquement orientées des lamelles de bityite, supportant de fines aiguilles de rubellite.

Tous ces phénomènes ont évolué dans des cryptes d'origine primaire; à Antandrokomby, j'ai observé des faits du même ordre, mais produits dans la roche elle-même : les cavités de celle-ci sont dues à une corrosion. L'albitisation du microcline s'est effectuée suivant des modalités variées; souvent elle a été accompagnée d'une formation de rubellite d'un rouge foncé, qui arrive à devenir prédominante (analogie d'origine avec la luxulianite du Cornwall). Dans d'autres cas, l'épigénie du feldspath consiste dans son remplacement par un mélange de rubellite et de quartz.

Les géodes renferment des cristaux de quartz à surface très corrodée et de beaux cristaux brillants de rubellite. Plus rarement, elles sont recouvertes par une espèce minérale nouvelle, que j'appelle *manandonite*, du nom de la rivière voisine, la Manandona.

Ce minéral possède une structure micacée; ses lamelles hexagonales, examinées en lumière polarisée parallèle, se divisent en six secteurs s'éteignant suivant les côtés de l'hexagone; ils sont optiquement positifs, la bissectrice aiguë leur est perpendiculaire, avec faible écartement des axes optiques. L'analyse suivante, faite par M. Pisani : SiO^2 25,20; Al^2O^3 47,02; B^2O^3 9,25; Li^2O 3,97; K^2O 0,20; Na^2O 0,48; H^2O 14,10 = 100,22, correspond à la formule $Si^6O^{53}B^4Al^{14}Li^4H^{24}$. L'eau est basique, elle ne part qu'à haute température.

Les premières observations faites dans la vallée de la Sahatany avaient fait penser à quelque relation entre la composition des pegmatites et celle de la roche qui les renferme. Les types lithiques ont été trouvés en effet tout d'abord dans les calcaires et les potassiques dans le granite, les quartzites, les micaschistes, mais l'ensemble des observations, étendues à tout le centre de Madagascar, fait voir que cette association est fortuite et non pas générale. Les phénomènes endomorphes ne sont pas entièrement absents dans les pegmatites, mais ils paraissent peu importants.

[Pour les filons en contact avec le calcaire : parfois abondance de l'apatite sur les bords, peut-être composition particulière de la rubellite, présence de la calcite et sans doute de la danburite dans les cryptes de Maharitra; existence de nodules de trémolite dans plusieurs gisements, etc. Pour les filons traversant les micaschistes : cristal de hornblende de près d'un mètre (à Antaboaka) (enclave schisteuse résorbée?).]

Il resterait à discuter les relations mutuelles des deux types de pegmatites; il n'est pas douteux qu'elles proviennent du même magma que le granite voisin. Je n'ai pas rencontré un seul exemple d'un filon net de l'un de ces types traversant l'autre, mais j'ai fait à Antsofimbato, près Mandrihariva, une observation qui permet de penser que le type lithique est la

production la plus tardive du magma granitique. Au milieu d'une pegmatite à muscovite, se trouvent des veinules irrégulières quartzeuses, riches en lépidolite et contenant des tourmalines polychromes, de la spessartite; elles sont de formation postérieure à la consolidation de la pegmatite, car, par place, les grandes lames de muscovite de celle-ci sont corrodées et entourées par une gaine de minéraux lithiques. C'est là un fait comparable à celui qui a été signalé par M. Arsandaux dans un filon de pegmatite à muscovite de Castelnau de Brassac, dans le Tarn.

CORRESPONDANCE.

M. **H.-A. Lorentz**, Associé étranger, fait savoir qu'il s'associe de tout cœur au deuil où le décès de M. *Henri Poincaré* a plongé l'Académie.

M. le **Recteur de l'École supérieure technique allemande de Prague** adresse à l'Académie l'expression de ses sentiments de condoléances à l'occasion de la mort de M. *H. Poincaré*.

Mme **Lucile Magne**, née Le Verrier, et M. **Lucien Magne** adressent des remercîments pour l'initiative qu'a prise l'Académie de publier une Notice à l'occasion du Centenaire de la naissance de l'illustre astronome.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Duc d'Orléans. *Campagne arctique de* 1907 : *Cœlentérés du fond*, par le Dr Hjalmar Broch ; *Bryozoaires*, par O. Nordgaard.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la trajectoire d'une particule électrisée dans un champ magnétique*. Note de M. **Richard Birkeland**, transmise par M. Appell.

I. Considérons une particule matérielle de masse m, portant une charge ε en mouvement dans un champ magnétique créé par des masses magnétiques μ sur l'axe des z. En désignant par r la distance de μ au point

(x, y, z), les équations du mouvement sont

$$(1)\qquad \frac{d^2x}{dt^2}=\frac{\varepsilon}{m}\left(Y\frac{dz}{dt}-Z\frac{dy}{dt}\right),\qquad \frac{d^2y}{dt^2}=\frac{\varepsilon}{m}\left(Z\frac{dx}{dt}-X\frac{dz}{dt}\right),\qquad \ldots,$$

$$X=\Sigma\mu\frac{x}{r^3},\qquad Y=\Sigma\mu\frac{y}{r^3},\qquad Z=\Sigma\mu\frac{z-c}{r^3},$$

la somme Σ étant étendue à toutes les masses μ de coordonnées $(0, 0, c)$. Soit T une trajectoire déterminée. L'équation d'une surface $\varphi=0$, engendrée par les lignes de forces passant par tous les points de la trajectoire T, sera de la forme

$$(2)\qquad \varphi\equiv\Sigma\mu\frac{z-c}{r}-\psi(u)=0,$$

ψ étant une fonction de $u=\frac{y}{x}$ seul. Sauf pour certaines trajectoires singulières, la surface (2) a une propriété remarquable qu'on peut utiliser pour déterminer $\psi(u)$. Soit M un point sur l'axe des z où il est concentré une masse magnétique isolée (pôle magnétique). *Un cône de révolution de sommet au point* M *est au même point tangent à la surface* (2).

II. Pour démontrer cela nous supposons, pour abréger l'écriture, que le champ est créé par deux pôles seulement. Le pôle μ_0 à l'origine O et μ_1 en un point M sur l'axe des z à une distance positive $\overline{OM}=\lambda$. En désignant par r_0 et r_1 les distances du point (x, y, z) aux pôles μ_0 et μ_1 respectivement, l'équation (2) s'écrit

$$(3)\qquad \varphi\equiv\mu_0\frac{r}{r_0}+\mu_1\frac{z-\lambda}{r_1}-\psi(u)=0.$$

Considérons les coordonnées x, y, z de T et la fonction ψ comme des fonctions de λ, μ_0 et μ_1. Lorsque λ tend vers l'infini le pôle μ_1 s'éloigne à l'infini. En développant les coordonnées de la trajectoire T avec les données initiales suivant les puissances de l'arc s à l'aide des équations (1), on voit que T ne s'éloigne pas, en général, tout entière vers l'infini lorsque λ tend vers l'infini. Il reste donc, lorsque λ tend vers $+\infty$, seulement le pôle μ_0 en action sur la particule, et l'équation (3) doit tendre vers l'équation d'un cône de révolution ([1]) de sommet au pôle μ_0

$$(4)\qquad \mu_0\frac{r}{r_0}-\mu_1-\psi_0(u)=0,$$

([1]) H. Poincaré, *Comptes rendus*, 1896, p. 530.

en désignant par ψ_0 la limite vers laquelle tend ψ. Nous allons voir que ψ *ne dépend pas de* λ, c'est-à-dire que $\psi_0 \equiv \psi$. Si ψ dépend de λ, on pourra écrire $\psi = \psi_0 + \psi_1$, où ψ_1 tend vers zéro pour $\lambda = +\infty$. Plus explicitement nous écrivons, là où il est nécessaire, $\psi(u, \lambda, \mu_0, \mu_1)$ au lieu de $\psi(u)$.

Désignons les quantités $\frac{\lambda}{\nu}$, $\frac{\mu_0}{\nu^2}$, $\frac{\mu_1}{\nu}$, ν étant une constante, par λ_1 m_0, m_1 respectivement. En variant d'une manière continue λ, μ_0 et μ_1 jusqu'aux valeurs λ_1, m_0, m_1, et en désignant par (x_1, y_1, z_1) les nouvelles valeurs des coordonnées d'un point (x, y, z) de la trajectoire T, la surface (3) sera

$$(3\ bis)\qquad m_0\frac{z_1}{\rho_0} + m_1\frac{z_1-\lambda_1}{\rho_1} - \psi(u_1, \lambda_1, m_0, m_1) = 0,$$

$$\rho_0^2 = x_1^2 + y_1^2 + z_1^2, \qquad \rho_1^2 = x_1^2 + y_1^2 + (z_1-\lambda_1)^2, \qquad u_1 = \frac{y_1}{x_1}.$$

Les équations du mouvement (1) deviennent

$$\frac{d^2x_1}{dt^2} = \frac{\varepsilon}{m}\left[\left(m_0\frac{y_1}{\rho_0^3} + m_1\frac{y_1}{\rho_1^3}\right)\frac{dz_1}{dt} - \left(m_0\frac{z_1}{\rho_0^3} + m_1\frac{z_1-\lambda_1}{\rho_1^3}\right)\frac{dy_1}{dt}\right], \qquad \ldots.$$

Mais on arrive aux mêmes équations en introduisant dans (1) $x = \nu x_1$, $y = \nu y_1$, $z = \nu z_1$. Les coordonnées (x, y, z) de la trajectoire auront donc pris les valeurs $\left(\frac{x}{\nu}, \frac{y}{\nu}, \frac{z}{\nu}\right)$. Cela veut dire qu'on doit arriver à l'équation (3) en remplaçant dans (3 *bis*) x_1, y_1, z_1 par $\frac{x}{\nu}$, $\frac{y}{\nu}$, $\frac{z}{\nu}$. Il vient

$$\mu_0\frac{r}{r_0} + \mu_1\frac{z-\lambda}{r_1} - \nu^2\psi(u, \lambda_1, m_0, m_1) = 0,$$

car $u_1 = \frac{y_1}{x_1} = \frac{y}{x} = u$. En comparant avec (3), nous obtenons

$$\nu^2\psi(u, \lambda_1, m_0, m_1) = \psi(u, \lambda, \mu_0, \mu_1)$$

pour toutes les valeurs de ν. La fonction $\psi(u, \lambda, \mu_0, \mu_1)$ ne dépend pas de ν. *Elle est donc une fonction homogène du deuxième degré par rapport aux quantités* λ, $\sqrt{\mu_0}$, $\sqrt{\mu_1}$.

Cela posé : soient k une constante et n un nombre positif aussi grand qu'on le veut. En posant $\mu_0 = k\lambda^n$ et en faisant λ de plus en plus grand, le pôle μ_0 devient dominant devant μ_1, qui d'ailleurs s'éloigne à mesure que λ croît. L'équation (3) doit donc tendre vers (4), qui est l'équation de la surface sur laquelle est située la trajectoire T lorsque μ_0 est seul en action

sur la particule. Il faut donc que ψ_1 tende vers zéro. En plaçant l'origine au point M on démontre de la même manière que les termes contenant λ dans ψ tendent vers zéro lorsque $\mu_0 = k\lambda^n$ et λ tendent vers l'infini. Les termes en ψ contenant λ tendent donc vers zéro lorsque λ, μ_0 et μ_1 en même temps tendent vers l'infini. Mais c'est impossible, car ψ_1 est du deuxième degré par rapport à λ, $\sqrt{\mu_0}$, $\sqrt{\mu_1}$. Il faut donc que ψ soit indépendant de λ (q. e. d.). Soit $\varphi_1 = 0$ l'équation du cône de révolution (4) où $\psi_0 \equiv \psi$. *Ce cône est à l'origine tangent à la surface* (3). En effet, pour x, y, z infiniment petits, les expressions φ, $\frac{\partial\varphi}{\partial x}$, $\frac{\partial\varphi}{\partial y}$, $\frac{\partial\varphi}{\partial z}$ tendent respectivement vers les limites de φ_1, $\frac{\partial\varphi_1}{\partial x}$, $\frac{\partial\varphi_1}{\partial y}$, $\frac{\partial\varphi_1}{\partial z}$. Notre théorème est donc démontré.

On peut, en s'appuyant sur une proposition de M. Appell, établir un résultat analogue pour l'ensemble d'un champ magnétique et d'un champ électrique superposés.

RADIOACTIVITÉ. — *Sur l'absorption des projections radioactives et sur l'ionisation qu'elles produisent.* Note [1] de M. L. **Wertenstein**, présentée par M. Villard.

Je me suis proposé d'étudier, dans les gaz, l'absorption du rayonnement constitué par la projection radioactive du radium B par le radium A. La méthode utilisée consiste à réaliser, à l'aide d'un disque actif recouvert de radium A et d'un diaphragme convenable, un faisceau étroit d'atomes projetés. On interpose, sur le trajet du faisceau, à basse pression (de l'ordre de 1^{mm}) et à différentes distances du disque actif, des disques *récepteurs*, portés à un potentiel positif. On étudie comment varie l'activité reçue par ces disques en fonction de la pression et de leur distance au disque actif. Les appareils employés devant être décrits ailleurs, je me bornerai à indiquer ici la marche générale des expériences.

On retire de l'émanation le disque actif, activé pendant très peu de temps, à l'instant que j'appelle zéro. Avec ce disque, et avec une série de disques récepteurs, on fait cinq à six expositions successives. Ces expositions commencent à des instants $T_1, T_2, \ldots$; elles durent toutes le même temps t (généralement $1^m 30^s$). Les conditions d'exposition

(1) Présentée dans la séance du 12 août 1912.

peuvent être très différentes, pour les différents disques récepteurs. Généralement, on s'arrange pour que la pression soit sensiblement la même, dans toutes les expositions; c'est alors les distances qu'on fait varier. On mesure les activités reçues par les disques; pour les comparer entre elles, on les ramène, en tenant compte de la destruction spontanée du radium A, à ce qu'elles seraient si toutes les expositions étaient faites au temps zéro. Pour cela on multiplie l'activité d'un disque, exposé à l'instant T, par $e^{\lambda_A T}$, λ_A étant la constante caractérisant la destruction spontanée du radium A. En procédant ainsi, on admet que les activités des disques récepteurs ne sont dues qu'au radium B projeté par le recul radioactif. En fait on peut réaliser des conditions d'activation telles que le phénomène de projection du radium B se présente avec une très grande pureté. Les activités recueillies par les disques récepteurs successifs, à une pression et à une distance données, sont alors proportionnelles à la quantité de radium A présente au début de chaque exposition, et cette proportionnalité se vérifie encore, aux erreurs d'expériences près, lorsque la quantité de radium A tombe à $\frac{1}{200}$ de sa valeur primitive. C'est ce qui rend légitime le mode de calcul indiqué plus haut. On fait d'ailleurs dans chaque expérience, à titre de contrôle, au moins deux expositions à conditions identiques.

En établissant des rapports entre les activités des différents disques, rapportées au même instant, on obtient par une seule expérience plusieurs points de la courbe qui représente l'activité en fonction de la distance à pression constante. En combinant plusieurs expériences, on obtient la courbe entière, qui est la courbe d'absorption cherchée du rayonnement étudié, car elle montre la diminution progressive du nombre d'atomes projetés le long d'un faisceau canalisé. Si les pressions sont différentes, on ramène tous les résultats à la même pression en admettant ce principe que les distances équivalentes pour l'absorption sont, dans un même gaz, inversement proportionnelles à la pression. Mes expériences ont porté sur l'air et sur l'hydrogène. Les résultats définitifs ont été ramenés pour l'air à une pression de 1^{mm}, pour l'hydrogène à une pression de 6^{mm}.

Ces résultats montrent que, pour ces pressions, les pouvoirs absorbants de deux gaz sont sensiblement identiques. La diminution du nombre de particules est très peu importante, dans les deux cas, jusqu'à des distances voisines de 5^{cm}, puis ce nombre diminue rapidement et tombe, au voisinage de 10^{cm}, à quelques centièmes de la valeur initiale. Au delà des distances équivalentes à 11^{cm}, l'activation diminue lentement et semble alors due à la diffusion des atomes non chargés ou chargés négativement. L'existence de ce phénomène rend difficile la détermination précise du parcours; on est conduit à fixer ce parcours, pour les deux gaz, au voisinage de $10^{cm},5$. Il en résulte que le parcours dans l'hydrogène est six fois plus grand que dans l'air, les deux gaz étant pris à la même pression.

L'allure de l'absorption des projections radioactives présente une certaine analogie avec celle, bien connue, des rayons α. Cette analogie est plus étroite dans le cas de l'hydrogène. En effet, la diminution du nombre de particules, vers la fin du parcours, est beaucoup plus brusque dans l'hydrogène que dans l'air. Ainsi, à une distance de 8^{cm}, l'activité recueillie dans l'hydrogène est encore égale à 75 pour 100 environ de l'activité recueillie à petite distance, alors que dans l'air, à la même distance, le nombre de particules tombe au tiers environ de sa valeur primitive. On obtient facilement une représentation qualitative de ces résultats, en admettant que l'arrêt des atomes radioactifs, comme des particules α, se fait par dispersion de ces atomes et que les forces qui entrent en jeu sont d'autant plus importantes que la masse des projectiles et des molécules du milieu est plus grande. On concevrait ainsi que les atomes radioactifs, ayant une masse plus grande que les particules α, subissent une dispersion plus notable, et que les molécules d'hydrogène produisent une dispersion moins grande que les molécules d'air.

Il m'a semblé intéressant d'étudier, en connexion avec l'absorption du rayonnement constitué par la projection du radium B, l'ionisation que produit ce rayonnement. J'ai montré antérieurement ([1]), que l'ionisation produite par un faisceau canalisé d'atomes du radium D projeté par le radium C, dans une chambre d'ionisation étroite, diminue rapidement lorsqu'on augmente la distance de la chambre au disque actif. Je me suis proposé de voir si l'on peut retrouver des résultats analogues pour la projection du radium B par le radium A. J'ai pu me convaincre, en utilisant les méthodes analogues à celles décrites dans le travail cité, que la projection du radium B produit une ionisation intense de l'air et de l'hydrogène. Dans une chambre d'ionisation de 4^{mm} de profondeur, située à 25^{mm} de distance du disque actif, les atomes du radium B projetés produisaient, dans l'air à 1^{mm} de pression, 3,7 fois plus d'ions que les rayons α. Dans cette expérience, comme dans toutes celles relatives à l'ionisation produite par la projection du radium B, les rayons actifs ont été canalisés au moyen d'un diaphragme identique à celui qui a servi dans l'étude de l'absorption. Lorsqu'on augmentait la distance de 25^{mm} à 45^{mm}, sous la même pression, l'ionisation produite par la projection tombait dans le rapport de 1,6 à 1. Dans l'hydrogène, sous une pression de 6^{mm}, l'ionisation produite par la projection diminuait dans le rapport de 3 à 1, lorsque la distance augmentait de 25^{mm} à 45^{mm}. Or il résulte de l'étude de l'absorption que, dans les mêmes conditions, la diminution du nombre des particules est dans les deux gaz très peu importante (inférieure à 10 pour 100). On

---

([1]) *Radium*, t. IX, 1912, p. 6.

en conclut que l'ionisation produite par un atome radioactif projeté décroît lorsque sa vitesse diminue, à l'inverse de ce qui a lieu pour les rayons α, et que cette chute d'ionisation est plus rapide dans l'hydrogène que dans l'air.

RADIOACTIVITÉ. — *Sur les mobilités des atomes-ions radioactifs dans les gaz.* Note de M. S. **Ratner**, présentée par M. Villard.

Dans un gaz chargé d'émanation radioactive, les atomes de *radioactivité induite* forment une sorte de suspension invisible qui diffuse vers les parois de l'enceinte. Une telle suspension se forme également au voisinage d'une surface activée, dont se détachent les atomes radioactifs, par suite du phénomène du *recul radioactif*. Dans les deux cas les atomes radioactifs se comportent, au sein du gaz, comme des ions positifs. La mobilité de ces ions a été mesurée dans le cas des émanations du thorium et du radium par M. Rutherford et trouvée égale à celle des ions positifs ordinaires (1). En ce qui concerne les projections radioactives, M. Franck a déterminé (2) les mobilités des atomes du thorium D projeté par le thorium C dans l'air et dans l'hydrogène et a trouvé : $K_{air} = 1,48$; $K_{H^2} = 6,32$; alors que pour les ions positifs ordinaires, on a dans les mêmes gaz $K^{+}_{air} = 1,37$; $K^{+}_{H^2} = 6,12$.

Sur la proposition de Mme Curie, j'ai entrepris, dans son laboratoire, une étude des mobilités des atomes du radium B projeté par le radium A.

La méthode employée était celle du champ alternatif due à M. Rutherford. Le disque actif (recouvert de radium A) constitue avec son anneau de garde le plateau d'un condensateur; le plateau inférieur est formé par le *disque récepteur*, avec un deuxième anneau de garde. Entre les deux plateaux on établit, au moyen d'un commutateur convenable et d'une batterie d'accumulateurs, une différence de potentiel changeant périodiquement de sens. Pendant l'alternance correspondant au potentiel négatif du plateau supérieur, les atomes-ions positifs du radium B projeté se dirigent vers le disque récepteur avec une vitesse $v = \frac{K_{air} V}{l}$, si K_{air} est la mobilité cherchée, V la différence de potentiel appliquée, l la distance entre les deux plateaux. Ces atomes arrivent à atteindre le disque récepteur, si la durée de l'alternance t est supérieure

(1) Rutherford, *Radioactivity*.

(2) *Verh. d. deutschen phys. Ges.*, t. XI, 1909, p. 397-405.

à $\frac{l}{v}$; si t est inférieur à $\frac{l}{v}$ le disque récepteur ne peut pas recevoir de radium B projeté.

L'emploi du champ alternatif permet de déterminer la mobilité K_{air} des atomes radioactifs par deux méthodes. Dans la première, qui a été employée par M. Franck, on détermine directement la plus petite fréquence $n_0 = \frac{1}{t_0}$ pour laquelle le disque récepteur ne reçoit pas de matière radioactive projetée. La mobilité cherchée se calcule alors par la formule suivante

$$(1) \qquad K = \frac{n_0 l^2}{V}$$

C'est cette méthode que j'ai appliquée en premier lieu et elle m'a donné, pour la mobilité des atomes du radium B,

$$K_{air} = 1,28.$$

La détermination de n_0 ne paraissant pas susceptible d'une grande précision, j'ai été amené, dans la suite, à employer une autre méthode dont voici le principe :

L'exposition du disque récepteur au recul commence au temps que j'appelle zéro; elle dure un temps τ (généralement $2^m 30^s$). La fréquence utilisée n est inférieure à la fréquence critique n_0. Soit q la quantité de matière radioactive recueillie par le disque récepteur. Soit q_0 la quantité qu'il aurait recueillie, s'il avait été maintenu chargé, à un potentiel négatif élevé, pendant toute la durée de l'exposition. En posant $\frac{q}{q_0} = r$, on a la relation suivante qui sera établie ailleurs

$$(2) \qquad 2r = 1 - \frac{n}{n_0}, \qquad n_0 = \frac{n}{1 - 2r}.$$

La fréquence n_0 peut donc être calculée, si l'on connaît r, et l'on déduit K_{air} au moyen de la formule (1). La quantité q_0 ne peut pas être déterminée directement. On la détermine par le procédé suivant :

On fait une deuxième exposition, 3 minutes après la première, et de même durée, avec un deuxième disque récepteur, maintenu à un potentiel négatif élevé. Ce disque recueille une quantité de matière radioactive égale à q'. Si les activités recueillies ne sont dues qu'au radium B projeté par le radium A, on doit avoir $q_0 = 2q'$. En effet, la quantité de radium B projeté est proportionnelle à la quantité de radium A présente sur le disque actif, et le radium A se détruit de moitié en 3 minutes. Toutefois on n'utilise, pour

le calcul de q_0, que le rapport expérimental $\frac{q_0}{q'}$ obtenu dans une expérience spéciale faite avec deux disques chargés négativement, et dans les conditions aussi identiques que possible à celles de la première expérience. Le rapport expérimental dépend essentiellement des conditions d'activation du disque A; il se montre généralement inférieur, quelquefois même très inférieur au nombre théorique 2. Ceci veut dire que, dans certaines conditions, les activités recueillies par les disques récepteurs ne sont pas dues exclusivement au radium B projeté par le radium A. Cependant, il est possible de réaliser des conditions telles que le rapport expérimental soit très voisin du rapport théorique. Je n'ai utilisé, pour la détermination des mobilités par les formules (2) et (1), que des séries d'expériences pour lesquelles le rapport $\frac{q_0}{q'}$ était supérieur à 1,85, indiquant ainsi que le phénomène du recul du radium B se présentait avec une assez grande pureté.

Un grand nombre d'expériences dans lesquelles la différence de potentiel appliquée entre les plateaux était de 800 volts et où l'on a fait varier le nombre d'alternances par minute de 300 à 5000, ont donné pour la mobilité cherchée la valeur moyenne $K_{air} = 1,35$, sensiblement identique à la valeur de la mobilité de l'ion positif dans l'air.

Pour $n > n_0$, on continue à constater une faible activation du disque récepteur, cette activation pouvant être due à la diffusion des atomes radioactifs non chargés.

Il paraît intéressant de signaler que, dans les expériences où le rapport $\frac{q_0}{q'}$ était très inférieur à 2, on observerait pour $n > n_0$ des activations relativement importantes. Je me propose de faire une étude détaillée de ces phénomènes.

Grâce à un dispositif dont les détails seront décrits ailleurs, j'ai pu étudier, par la méthode indiquée plus haut, les mobilités des atomes-ions du radium B, dans l'air, sous pression réduite. Les mobilités se sont montrées inversement proportionnelles à la pression, aux erreurs d'expériences près, pour des pressions allant jusqu'à 10^{cm} de mercure.

Enfin, ce même dispositif m'a permis d'étudier la mobilité du radium B dans l'hydrogène. J'ai trouvé $K_{H^2} = 5,65$ à la pression atmosphérique. Ce nombre est voisin du nombre 6,12 qui représente la mobilité de l'ion positif dans l'hydrogène.

PHOTOCHIMIE. — *Étude quantitative de l'absorption des rayons ultraviolets par les alcools, acides, éthers, aldéhydes et cétones de la série grasse.* Note [1] de MM. **Jean Bielecki** et **Victor Henri**, présentée par M. Dastre.

Les travaux de Hartley, Soret, Stewart, Baly, Desch, Hantzsch, Ley, etc. sur l'absorption des rayons ultraviolets par les corps organiques ont montré que la complexité moléculaire et la fonction chimique ont un rapport direct avec l'absorption. Ces auteurs ont fait uniquement des déterminations qualitatives en photographiant des spectres à des épaisseurs différentes et avec des concentrations différentes; les résultats sont par conséquent seulement qualitatifs. La méthode a été appliquée par ces auteurs surtout à l'étude des corps de la série aromatique.

Pour les corps de la série grasse, les recherches faites jusqu'ici ont montré que, pour les alcools, acides et éthers, il n'y a pas de bande d'absorption, l'absorption est continue pour les courtes longueurs d'onde. Pour les aldéhydes ces auteurs trouvent également qu'il n'y a pas de bande d'absorption et que l'absorption est continue à la fin du spectre ultraviolet; enfin les cétones seulement présentent une bande d'absorption située aux environs de 2700 Å.

Au point de vue quantitatif, l'absorption dans l'ultraviolet a été très peu étudiée. Signalons seulement le travail de A. Pflüger qui, en 1904, a déterminé en valeur absolue, au moyen d'une pile thermo-électrique, l'absorption de l'alcool éthylique et de la glycérine dans l'ultraviolet depuis 2800 jusqu'à 2030.

Nous avons entrepris l'étude quantitative de l'absorption dans l'ultraviolet par la photométrie de spectrogrammes. Les expériences ont été faites pour les alcools sur les corps purs, pour les acides, éthers, aldéhydes et cétones sur des solutions aqueuses contenant 2 à $\frac{1}{100}$ mol.-gr. par litre. Les calculs sont faits d'après la formule $I = I' . 10^{\varepsilon . c . d}$ où ε est le coefficient d'extinction moléculaire, c'est-à-dire rapporté à la solution d'une molécule-gramme par litre, c est la concentration en molécule-gramme par litre, d est l'épaisseur de la solution en centimètres.

Nous donnons, pour les longueurs d'onde indiquées, les valeurs de ε dans le Tableau suivant qui n'est qu'un extrait abrégé de nos résultats :

(1) Présentée dans la séance du 5 août 1912.

Longueurs d'onde..........	2144.	2195.	2240.	2307.	2338.	2405.	2452.	2550.	2665.	2693.	2900.	3000.
					Alcools.							
Alcool méthylique.....	0,029	0,018	0,017	0,013	0,010	0,007	0,006	0,005	0,004	»	0,003	»
» éthylique.......	0,08	0,05	0,038	0,028	0,025	0,013	0,008	0,005	»	»	»	»
» propylique-*n*....	0,201	0,104	0,096	0,083	0,080	0,040	»	»	»	»	»	»
» butylique-*n*.....	»	[illegible],87	0,70	0,62	0,60	0,58	0,37	0,12	0,053	0,45	0,012	»
					Acides monobasiques.							
Acide formique........	48,5	40,5	31	11,7	7,2	4,0	2,4	0,25	»	»	»	»
» acétique.........	>48,5	48,5	31,5	10,6	5,7	1,6	0,63	0,25	»	»	»	»
» propionique.....	40	21,5	15,5	8,1	4,5	1,8	1,3	0,5	»	»	»	»
» butyrique-*n*	>48,5	48,5	40,5	16	10,5	5,5	2,9	1,5	»	»	»	»
					Acides bibasiques.							
Acide oxalique	>700	630	430	130	97	81	61	54	32	24,6	4,8	2,2
» malonique	»	65	43	19	12	4,7	1,1	0,52	»	»	»	»
» succinique	70	54	35	14	8,6	1,7	0,86	»	»	»	»	»
					Éthers.							
Acétate de méthyle....	»	»	»	5,4	2,8	0,62	0,25	0,05	»	»	»	»
» éthyle......	»	»	»	5,6	3,0	»	»	»	»	»	»	»
» propyle.....	»	23,4	12	5,6	3,24	»	»	»	»	»	»	»
» butyle......	48,5	40,5	13	7	3,15	1,9	1,3	0,075	»	»	»	»
					Aldéhydes.							
Aldéhyde formique.....	0,35	0,27	<0,27	0,15	0,13	0,065	0,05	0,027	»	»	»	»
» acétique	»	9	4,3	1,2	1,0	1,4	1,8	3,2	5,1	5,6	5,1	2,8
» propylique...	»	»	»	35	28	5,7	2,8	4,3	7,0	9,0	8,0	5,0
» butylique....	»	65	57	38	32	7,2	4,0	4,8	9,0	9,8	11,2	6,9
					Cétones.							
Acétone...............	<0,8	0,8	1,2	3,1	3,7	8,4	9,6	12,4	13,5	14,8	5,5	1,3
Méthyléthylcétone.....	1,08	1,17	1,4	2,5	5,0	8,0	10,7	15,2	27	20,5	7,5	2,2
Diéthylcétone..........	»	2,8	2,8	4,2	5,2	8,2	12,1	16,1	28	31,5	11,4	2,7

Résultats. — 1° Les alcools présentent une absorption continue qui augmente régulièrement depuis λ 3000 jusqu'à 2144. L'absorption pour une même région augmente très vite avec le nombre de groupes CH^2. Pour les rayons ultraviolets extrêmes, on trouve que, si l'on désigne par 1 l'absorption pour l'alcool méthylique, elle est égale à 2,5 pour $CH^3\,CH^2\,OH$, à 7,5 pour $CH^3\,CH^2\,CH^2\,OH$ et à 50 pour $CH^3\,CH^2\,CH^2\,CH^2\,OH$;

2° Pour les acides monobasiques, l'absorption est très forte, environ 2000 fois plus que celle de l'alcool méthylique. Les acides formique et acétique sont presque identiques ; l'acide propionique absorbe moins et l'acide butyrique plus que les précédents. Par conséquent, le groupe COOH possède un pouvoir absorbant très élevé.

3° Les acides bibasiques se comportent d'une façon très différente suivant

que les groupes CO OH sont liés directement entre eux (acide oxalique) ou qu'ils sont liés par l'intermédiaire d'un ou de plusieurs groupes CH^2 (acides malonique et succinique). Dans le premier cas l'absorption est extrêmement forte : environ 15 fois plus que celle des acides monobasiques, donc 30 000 fois plus que celle de l'alcool méthylique.

Dans le second cas elle est seulement une fois et demie plus forte que celle des acides monobasiques.

4° Les éthers de l'acide acétique absorbent tous moins que l'acide acétique. L'absorption croît régulièrement à mesure que la molécule se complique, mais les variations sont faibles.

5° L'aldéhyde formique possède une absorption faible, environ 12 fois celle de l'alcool méthylique.

Pour les trois autres aldéhydes il existe une bande d'absorption aux environs de 2800; cette bande n'avait pas été signalée jusqu'ici. Au delà de cette bande l'absorption passe par un minimum et augmente ensuite très fortement.

Les positions du maximum et du minimum d'absorption, et les valeurs de ε correspondantes sont les suivantes :

	Maximum à	ε.	Minimum à	ε.
Aldéhyde acétique.........	2775	6,2	2350	1,0
Aldéhyde propylique.......	2800	9,0	2450	2,8
Aldéhyde butylique........	2825	13,0	2470	3,6

L'absorption est d'autant plus forte que la molécule est plus complexe.

6° Pour les trois cétones nous trouvons que la bande d'absorption a la même position à 2680. L'absorption est d'autant plus forte que la molécule est plus complexe; enfin, pour les courtes longueurs d'onde l'absorption va en diminuant de plus en plus. Il y a là une opposition tout à fait nette avec l'absorption par les aldéhydes.

En résumé, *l'absorption augmente lorsque la molécule devient plus complexe; la fonction acide possède un pouvoir absorbant très grand; la fonction aldéhyde est caractérisée par une bande vers* 2800 *et une absorption forte de l'ultraviolet extrême; la fonction cétone est caractérisée par une bande vers* 2680 *et une absorption faible de l'ultraviolet extrême.* La régularité des variations des coefficients d'extinction est telle qu'on peut espérer trouver des lois numériques caractérisant l'absorption des groupements et fonctions diverses.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Effet de la trempe sur la résistance électrique des bronzes et des laitons*. Note de M. **Portevin**, transmise par M. Henry Le Chatelier.

Les aciers (1) et les bronzes d'aluminium (2) voient leur résistance électrique augmentée par la trempe; ce phénomène est attribué à la conservation partielle en solution solide des éléments constitutifs de l'eutectoïde; deux autres couples de métaux industriels présentent dans leur diagramme des eutectoïdes : ce sont les alliages Cu-Sn bronzes et Cu-Zn laitons; il a semblé intéressant de voir si la trempe, effectuée à une température supérieure à celle de la formation des eutectoïdes, de façon à maintenir une partie de la solution solide existant à la température de trempe, produisait une modification de la résistance électrique.

Dans ce but on s'est servi de barreaux de 8^{mm} de diamètre et de 130^{mm} de longueur prélevés par tournage dans des baguettes d'alliages de 20^{mm} de diamètre et de 220^{mm} de longueur, coulés en sable et dont on a déterminé la résistance spécifique après trempe et après recuit.

1° *Alliages cuivre-étain*. — D'après Giolitti et Tavanti (3), ces alliages présentent, entre 7,5 pour 100 Sn (9 pour 100 d'après Heycock et Neuville) et 25,9 pour 100 Sn, un point de transformation à 500° correspondant à la formation d'un eutectoïde.

On a expérimenté les alliages de la composition suivante :

	Cu.	Sn.	Zn.	Fe.	P.
A..........	94,80	5,08	0	0	0,01
B..........	89,54	10,02	0,21	0,05	0,01
C..........	85,45	14,42	traces	0,06	0,01
D..........	80,22	19,16	0,43	0,13	0

Les barreaux prélevés ont été trempés à 650° dans l'eau à 16° puis recuits à la même température pendant 30 minutes, la durée du refroidissement était de 6 heures.

Les résultats de mesures de résistance électrique effectuées par la méthode du pont de Thomson ont été les suivants :

(1) Travaux de Strouhal et Barus, Le Chatelier, Bénédicks, Maurer et Portevin.

(2) Travaux de Broniewski.

(3) *Gazz. chim. ital.*, t. XXXVIII, fasc. I, 1908.

	Résistance spécifique en microhms : cm³.	
	Barreaux recuits.	Barreaux trempés.
A	10,5	10,5
B	15,8	16,6
C	20,2	21,2
D	25,9	27,0

On voit que sauf le prémier qui ne présente pas de point eutectoïde à 500°, tous ont subi une augmentation de résistivité par trempe.

2° *Alliages cuivre-zinc.* — Carpentier et Edwards [1] ont montré que les alliages cuivre-zinc contenant la solution β de Shepherd présentaient à 470° un point de transformation qu'ils ont attribué à la formation au refroidissement d'un eutectique $\alpha + \gamma$:

On a donc pris un laiton qui a donné à l'analyse :

Cu	50,10
Zn	49,80
Fe	0,13
Pb et Sn	0

et qui est constitué de β avec une très faible quantité de γ. On a déterminé sa résistance électrique après divers traitements :

	ρ. microhms : cm³
Brut de coulée	4,6
Après trempe à 550° dans l'eau à 18°	5,2
Après recuit à 650° suivi d'un refroidissement de 6 heures	5,0
Après trempe à 750° dans l'eau à 16°	5,8

L'accroissement plus important après trempe à 750° pent être attribué à la mise en solution de la petite quantité du constituant γ primitivement isolé dans β, l'alliage étant légèrement hypereutectoïde.

On voit combien l'état de l'alliage influe sur sa résistance électrique qui de toute façon est augmentée par trempe.

Cette augmentation de la résistivité par trempe au-dessus de la température de formation de l'eutectoïde apparaît donc comme un fait expérimental constant pour les alliages Fe-C, Cu-Sn, Cu-Zn et Cu-Al.

---

[1] *Revue de Métallurgie*, t. IX, 1911, p. 263 et 261.

CHIMIE. — *Sur le poids atomique du chlore.* Note de MM. **Georges Baume** et **F.-Louis Perrot**, présentée par M. G. Lemoine.

I. L'importance que présente la détermination exacte du poids atomique du chlore ([1]) nous a engagés à entreprendre, par une méthode aussi simple que possible, une nouvelle série de mesures de cette constante, en combinant, avec l'acide chlorhydrique gazeux, un poids connu d'ammoniac liquide ([2]). Le principe de la méthode et l'appareil dont nous nous sommes servis dérivent de ceux que l'un de nous a établis pour la détermination des courbes de fusibilité des mélanges très volatils ([3]), en mettant à profit la faible volatilité de certains composés d'addition fournis par les gaz liquéfiés, après refroidissement convenable du système étudié.

II. L'appareil utilisé, entièrement construit en verre soudé et tenant parfaitement le vide, comprenait :

1° Les systèmes générateurs et purificateurs (ABC et A'B'C') des deux gaz étudiés; ceux-ci ont été amenés rapidement à l'état de pureté nécessaire par des liquéfactions et fractionnements successifs ([4]);

2° Un réservoir à gaz de grande capacité, formé de cinq ballons de 2^l et représenté par le récipient β sur la figure jointe à cette Note, dans lequel l'acide chlorhydrique purifié peut être conservé à l'état gazeux, sous une pression supérieure à 1^{atm}.

3° Un tube-laboratoire en verre épais T ([5]), muni d'un robinet z tenant parfaite-

---

([1]) *Cf.* Ph. A. Guye, *Journ. chim. phys.*, t. VIII, 1910, p. 222. — O. Scheuer, *Ibid.*, p. 289. — Gray et Burt, *Journ. chem. Soc.*, t. XCV, 1909, p. 1633, et *Chem. News*, t. CIII, 1911, p. 161 et 170.

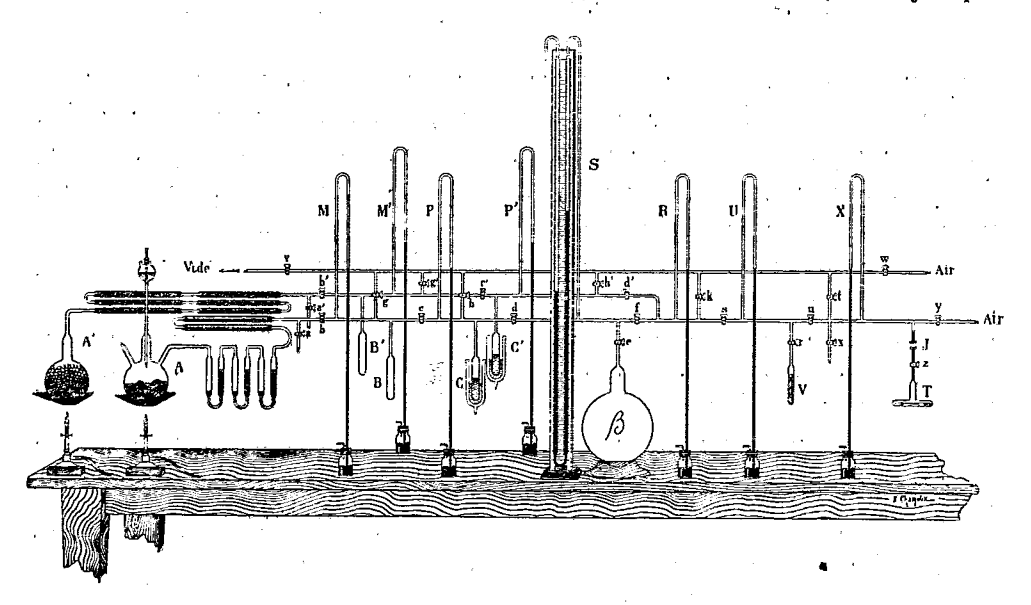
([2]) Le poids atomique du chlore se trouve ainsi rapporté à ceux de l'hydrogène et de l'azote dont les valeurs sont bien connues par les travaux classiques de Morley, Leduc et Rayleigh ($H = 1{,}0077$) et ceux de Ph.-A. Guye et de ses élèves ($N = 14{,}009$). Dans des essais effectuée en 1894, J. Thomsen, opérant en solution aqueuse, a déjà obtenu une valeur assez satisfaisante du rapport NH^3 : HCl (*Zeitsch. phys. Chem.*, t. XIII, p. 398).

([3]) G. Baume, *Comptes rendus*, t. 148, 1909, p. 1322 ; *Journ. chim. phys.*, t. IX, 1911, p. 244 ; *Arch. des Sciences phys. et nat.* (Genève), 4e série, t. XXXIII 1912, p. 424 et 436.

([4]) Les récentes déterminations de la densité de HCl et de NH^3, effectuées par Guye et Gazarian, Scheuer, etc. nous permettent d'admettre, dans les gaz ainsi purifiés, une proportion d'impuretés inférieure à 1 : 10000.

([5]) Sa forme spéciale donnait à NH^3 liquide une grande surface de combinaison.

ment le vide et pouvant résister à des pressions supérieures à 10^{atm}, ainsi que d'un joint plat rodé J permettant de le réunir au reste de l'appareil ou de l'en séparer facilement ([1]). Des pesées convenables de ce tube, d'abord vide, puis avec une certaine quantité d'ammoniac liquide (0^g à 5^g), puis après addition d'acide chlorhydrique



(1^g à 2^g), et enfin après élimination de l'excès d'ammoniac, permettent de calculer aisément la valeur du rapport HCl : NH^3; on en déduit la valeur du poids atomique du chlore, rapporté à l'azote et à l'hydrogène ([2]).

III. La réaction $NH^3 + HCl$, qui ne se produit pas lorsque les deux corps sont solides, devient explosive dès leur liquéfaction. Elle peut s'effectuer régulièrement en amenant HCl gazeux au contact de NH^3 liquéfié, bien qu'avec un grand dégagement de chaleur; celui-ci nécessite une réfrigération énergique du tube-laboratoire pour éviter, par dilatation des vapeurs, tout entraînement de NH^3 ou de NH^4Cl pulvérulent dans les

---

([1]) Cf. Ph.-A. Guye, *Arch. des Sciences phys. et nat.* (Genève), 4e série, t. XXVII, 1909, p. 557; le robinet *z* était muni d'une pince de serrage.

([2]) La variation de pression dans les tubes n'amenant aucune variation de volume de ceux-ci, la seule correction à apporter aux pesées brutes est celle des poids marqués, toutes nos pesées faites à Genève ayant été effectuées en employant un contrepoids de même verre et de même volume que le tube-laboratoire. L'appareil était également muni d'un tube V contenant du charbon de noix de coco calciné, qui permettait de faire le vide complet dans tout l'appareil par le procédé connu.

canalisations de l'appareil. On ne doit donc amener HCl au contact de NH^3 que par très petites quantités et sous une pression aussi élevée que possible (d'où l'emploi du réservoir β).

Malgré ces précautions, nous avons eu quelques échecs, constatés par la formation d'un dépôt blanc de NH^4Cl dans les canalisations ([1]). Mais un certain nombre d'essais ont pu être effectués dans des conditions normales; les résultats (calculés pour N = 14,010, N = 14,009, N = 14,008) sont consignés *en caractères gras* dans le Tableau suivant, qui contient également les résultats défectueux que nous avons obtenus et les raisons de ces échecs :

Ordre des mesures ([2]).	HCl corrigé (en grammes).	NH^3 corrigé (en grammes).	Poids moléculaire de HCl pour N = 14,010.	N = 14,009.	N = 14,008.	Observations.
2........	1,50409	0,70245	**36,471**	**36,469**	**36,467**	L'expérience a réussi
3........	1,93443	0,85078	38,728	38,726	38,724	Dépôt de NH^4Cl dans les canalisations
5........	1,28613	0,60046	**36,483**	**36,481**	**36,479**	L'expérience a réussi
8 ([3]).....	0,56776	0,26514	**36,474**	**36,472**	**36,470**	L'expérience a réussi
9........	1,71818	0,77901	37,568	37,566	37,564	Dépôt de NH^4Cl dans les canalisations
11........	0,66127	0,32761	34,381	34,379	34,377	NH^4Cl possède une forte odeur de NH^3
12........	1,47740	0,68995	**36,473**	**36,471**	**36,469**	L'expérience a réussi
14........	2,08181	0,97219	**36,474**	**36,472**	**36,470**	L'expérience a réussi
15........	1,60149	0,73882	36,921	36,919	36,917	Dépôt de NH^4Cl dans les canalisations
Poids moléculaire de HCl (moyenne des résultats *en caractères gras*)........			36,475	36,473	36,471	
Poids atom. du chlore (pour H = 1,0077)			35,467	35,465	35,463	

Si l'on admet comme poids atomique de l'azote la valeur N = 14,009 qui semble actuellement la plus probable (Guye et Drouginine, Scheuer), le nombre Cl = 35,465 serait à retenir. Quelle que soit d'ailleurs sa valeur

([1]) On trouve dans ce cas une valeur trop élevée pour le poids atomique du chlore; le résultat est au contraire trop faible lorsque l'élimination de l'excès d'ammoniac est incomplète.

([2]) Les numéros omis sont ceux des expériences dans lesquelles l'appareil a été brisé ou a fait explosion.

([3]) Nous attribuons à la mesure 8 moins d'importance qu'aux essais 2, 5, 12 et 14 en raison de la faible valeur absolue des masses de HCl et de NH^3, dans cette mesure.

définitive, qui diffère certainement très peu de 14,009, on peut considérer le résultat obtenu comme une confirmation de la valeur internationale Cl = 35,460.

La même méthode paraît applicable à plusieurs autres systèmes ammoniacaux.

BOTANIQUE. — *Sur la présence d'une nucléase chez les Algues*. Note de M. **E.-C. Teodoresco**, transmise par M. Gaston Bonnier.

J'ai fait connaître dans une Communication récente ([1]) que les Algues inférieures sont capables de dédoubler l'acide nucléique et que le phosphore et l'azote qui résultent de cette décomposition peuvent leur servir comme aliments. En continuant mes recherches, je me suis proposé de voir si le dédoublement est causé par l'intervention de la nucléase, ferment qu'on a déjà trouvé chez quelques Champignons, ou bien si la décomposition est due, au moins en partie, à d'autres processus, par exemple à la simple hydrolyse provoquée par certaines substances contenues dans les cellules de l'Algue.

A cet effet, je me suis servi d'Algues appartenant aux groupes des *Cyanophycées*, *Chlorophycées*, *Floridées* et *Phéophycées*.

J'ai choisi toujours des plantes en bon état et en plein développement. Quand il s'agissait de grandes espèces, je prenais surtout les jeunes sommités végétatives. Le matériel, placé sur une grande passoire en porcelaine, est lavé pendant longtemps à l'eau de source et essoré de temps en temps, jusqu'à ce que l'eau qui s'écoule soit parfaitement claire; ensuite l'Algue est lavée à l'eau distillée et essorée. Les plantes ainsi obtenues sont employées le plus souvent fraîches; parfois je les ai desséchées dans une étuve à la température de 35°, ou bien à l'air libre et à l'abri de la lumière. J'introduis ensuite le tout dans les solutions de nucléate de sodium (je me suis toujours servi de l'acide nucléique de la levure de bière). Habituellement, dans une recherche de ce genre, on opère sur les liquides obtenus en broyant les plantes soumises à l'expérience; j'ai préféré employer mes matériaux de travail sans leur faire subir ce broyage. Cette méthode est préférable à la précédente qui a l'inconvénient de fournir un liquide où de grandes quantités de pigments chlorophylliens gênent beaucoup les analyses et nécessitent des opérations supplémentaires.

Le matériel est divisé en deux lots égaux, introduits respectivement dans deux flacons qui contiennent des volumes égaux d'eau distillée. Un des flacons, que j'appelerai A, est chauffé pendant 20 à 30 minutes sur un bain-marie bouillant, pour

([1]) *Comptes rendus*, t. 155, 1912, p. 300.

détruire le ferment, tandis que l'autre flacon B n'est pas chauffé. Après le refroidissement de A, j'ajoute dans chaque fiole des quantités déterminées d'une solution fraîchement préparée de nucléate de sodium. Parfois je complète l'expérience au moyen de deux flacons témoins, contenant de l'eau distillée au lieu de la solution de nucléate; l'un d'eux (C) sera chauffé comme A, l'autre (D) restera, comme B, non chauffé. On ajoute dans tous les flacons du chloroforme, parfois du chloroforme et du toluol, on les bouche, on les agite fortement et on les place dans un thermostat à 35°-36°, ou bien, pendant l'été, on les laisse à la température de la chambre, mais à l'obscurité. Les flacons sont agités de temps en temps et l'on s'assure que le chloroforme ne s'est pas évaporé et que le liquide n'est pas envahi par les microorganismes.

Au bout d'un certain temps, on recherche dans les liquides les produits de dédoublement de l'acide nucléique, à savoir le phosphore minéralisé et les corps puriques. On dose ces derniers en les précipitant en bloc à l'état de combinaisons argento-magnésiennes (procédé Denigès); la quantité totale de corps puriques est exprimée en adénine.

Voici les résultats de quelques-unes de mes expériences :

I. Chlorophycées. — Mes expériences ont porté sur plusieurs espèces, dont je cite les suivantes :

Cladophora fracta. — Matériel desséché à la température de 35° ; solution de nucléate de sodium à 0,5 pour 100; deux fioles A (chauffée) et B (non chauffée) sont laissées à la température moyenne de 22°. Au bout de 57 jours, les analyses de liquides m'ont donné les résultats suivants (dans 100^{cm^3} de liqueur) :

	Phosphore minéralisé (P^2O^5).	Corps puriques.
Liqueur A............	10^{mg}	0^{mg}
Liqueur B............	$64^{mg},3$	$41^{mg},68$

Des résultats analogues ont été obtenus avec une autre espèce de *Cladophora* et avec l'*Enteromorpha ligulata.*

II. Floridées. — *Ceramium rubrum.* — Matériel desséché à 35°; nucléate de sodium 0,5 pour 100; deux flacons A et B. Température de la chambre, 21°. Après 51 jours, on a trouvé (dans 100^{cm^3} de liqueur) :

	Phosphore minéralisé (P^2O^5).	Corps puriques.
Liqueur A............	10^{mg}	traces
Liqueur B............	$87^{mg},6$	$42^{mg},77$

Griffithsia setacea. — Matériel frais placé immédiatement dans la solu-

tion de nucléate de sodium à 0,5 pour 100. Un seul flacon B (tissu non chauffé); température 36°.

Après	Phosphore minéralisé (P^2O^5).	Corps puriques.
	mg	mg
11 jours	21,25	8,5
15 »	»	11,9
19 »	»	18,38
37 »	62,5	27,21

III. Phéophycées. — *Cystoseira Hoppii.* — Matériel desséché à 35°; nucléate, 0,75 pour 100. Trois flacons A, B et D. Température, 22°; durée de l'expérience, 62 jours. Ayant à ma disposition une quantité relativement faible de liquide, je n'ai pas déterminé quantitativement le phosphore minéralisé, mais les réactions suivantes montrent bien les différences entre les liqueurs des trois flacons.

Avec le réactif azoto-molybdique : A donne un précipité blanchâtre sale d'acide nucléique; B, un précipité jaune très abondant de phospho-molybdate d'ammonium; D, un précipité jaune très faible.

Avec la mixture magnésienne : A ne donne aucun précipité; B donne un précipité très abondant de cristaux caractéristiques de phosphate ammoniaco-magnésien; D donne un précipité très faible.

IV. Cyanophycées. — *Phormidium* sp. — Matériel frais, lavé et essoré; nucléate 0,6 pour 100; un seul flacon B (non chauffé). Température de l'étuve, 26°. Dans 100^{cm^3} de liqueur :

Après	Phosphore minéralisé (P^2O^5).	Corps puriques.
7 jours	50^{mg}	$10^{mg},2$
15 »	90^{mg}	$20^{mg},4$

De tous ces résultats on peut tirer la conclusion suivante : la nucléase est un enzyme généralement présent dans les tissus des Algues; c'est elle qui minéralise le phosphore de l'acide nucléique et provoque en même temps la naissance des corps puriques. Il faut remarquer que, d'après les nombres précédents, la quantité de corps puriques trouvée est moindre que celle qui correspondrait à la quantité de phosphore produite. Comme je le montrerai dans un travail plus étendu, elle tient, entre autres causes, à ce qu'une partie des corps puriques est dédoublée en d'autres substances.

M. G. **Hinrichs** adresse à l'Académie une protestation contre la Note publiée à son sujet, par M. H. Le Chatelier, dans les *Comptes rendus* du 8 juillet 1912.

(Renvoi à l'examen de M. G. Lemoine.)

M. **Duchêne** adresse une Note intitulée : *Au sujet de l'emploi, dans la construction de l'aéroplane, des empennages porteurs.*

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

La séance est levée à 3 heures 45 minutes.

Ph. v. T.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 12 août 1912.

Précis analytique des travaux de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Rouen, 1910-1911; in-8°.

Comptes rendus des séances de l'Association internationale de Sismologie, réunie à Manchester du 18 *au* 21 *juillet* 1911, rédigés par R. de Kövesligethy; in-4°.

Annales de l'Institut océanographique, t. IV, fasc. 6; in-4°.

Transactions of the Canadian Institute, mai 1912, t. IX; in-8°.

Atti della Reale Accademia dei Lincei, t. XXI, 2e sem. 1912.

Revistà de la Real Academicia de Ciencias de Madrid, t. X; in-8°.

Estado actual de la question del radio en Terapeutica, par el doctor S. Velasquez de Castro, 1912; in-8°.

Das rümanische Bauernhaus in der Bukowina, von Elias Weslowski. Wien, 1912; in-8°.

Proceedings of the Royal Society of Edinburgh, session 1911-1912; t. XXXII.

ERRATA.

(Séance du 5 août 1911.)

Note de MM. *Paul Sabatier* et *M. Murat*, Préparation des quatre dicyclohexylpropanes :

Page 386, ligne 5, *au lieu de* carbure aromatique saturé d'hydrogène, *lire* carbure aromatique non saturé d'hydrogène.

Page 386, ligne 7, *au lieu de* $C^6H^{11}.CH^2.\underset{\underset{CH^3}{|}}{CH} = C^6H^{11}$, *lire* $C^6H^{11}.\underset{\underset{CH^3}{|}}{CH} - CH^2.C^6H^{11}$.

PUBLICATIONS DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

En vente à la Librairie GAUTHIER-VILLARS, 55, quai des Grands-Augustins, PARIS.

COMPTES RENDUS HEBDOMADAIRES DES SÉANCES

de l'Académie des Sciences

Publiés par MM. les *Secrétaires perpétuels*.

IN-4 (28-23), HEBDOMADAIRE.

Collection complète, de 1835 à 1910 ; 151 volumes..... 1890 fr.

Chaque année, sauf 1845, 1873 à 1892, 1896 à 1898, 1900 à 1902, 1904, 1905, *se vend séparément*....... 25 fr.

Chaque volume, sauf les **Tomes 20, 21, 76 à 108, 110, 112, 114, 115, 122, à 127, 130, 132, 134, 138, 141**, se vend séparément .... 15 fr.

Les **Comptes rendus** paraissent régulièrement chaque semaine depuis le 2e semestre de 1835, en un cahier de 32 à 40 pages, quelquefois de 80 à 120; ils forment, à la fin de l'année, *deux Volumes* in-4 (28-23), ensemble de 2400 à 3000 pages. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de noms d'auteurs, terminent chaque volume.

Prix pour un an (52 NUMÉROS) :

Paris.................................... 30 fr.
Départements............................. 40 fr.
Union postale............................ 44 fr.

L'abonnement est annuel et part de janvier.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS

des Séances de l'Académie des Sciences.

Par ordre de matières et par ordre alphabétique de noms d'auteurs.

4 VOLUMES IN-4 (28-23), SAVOIR :

Tables des Tomes **1** *à* **31** (1835-1850). In-4 (28-23); 1853.. 25 fr.
Tables des Tomes **32** *à* **61** (1851-1865). In-4 (28-23); 1870.. 25 fr.
Tables des Tomes **62** *à* **91** (1866-1880). In-4 (28-23); 1888.. 25 fr.
Tables des Tomes **92** *à* **121** (1881-1895). In-4 (28-23); 1900....................................... 25 fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS

des Séances de l'Académie des Sciences.

Tomes I et II, 1856 *et* 1861, *séparément*............ 25 fr.

MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

IN-4; TOMES I A LI, 1816 A 1910.

Chaque volume, à l'exception des Tomes ci-après indiqués, se vend séparément.............................. 15 fr.

Le Tome XXXIII, avec Atlas, se vend séparément....... 25 fr.

Le Tome LI, avec Atlas, se vend............................ 40 fr.

Les Tomes VI et XXI ne se vendent pas séparément.

Tables génerales des travaux contenus dans les Mémoires de l'Académie.

Ire Série, Tomes I à XIV (an VI-1815), et IIe Série, Tomes I à XL (1816-1878); 1881................................ 6 fr.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS PAR DIVERS SAVANTS

à l'Académie des Sciences (*Savants étrangers*).

2e SÉRIE. IN-4; TOMES I A XXXIV, 1827-1909.

Chaque volume se vend séparément........................ 15 fr.

Tables générales des travaux contenus dans les Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie.

Ire Série, Tomes I et II (1806-1811), et IIe Série, Tomes I à **XXV** (1827-1877) 1881............................ 2 fr. 50

NOTICES NÉCROLOGIQUES

Lues à l'Académie (1886-1890). In-8 (25-16); 1891.... **2 fr. 50**

Notice sur J.-C. BOUQUET, par *G.-H. Halphen*. — Notice sur L.-F.-C. BREGUET, par *de Jonquières*. — Notice sur L.-R. TULASNE, par *E. Bornet*. — Notice sur E. LAGUERRE, par *H. Poincaré*. — Notice sur G.-H. HALPHEN, par *E. Picard*. — Notice sur E. PHILLIPS, par *H. Léauté*.

PASSAGE DE VÉNUS

Recueil de Mémoires relatifs à l'observation du passage de Vénus sur le Soleil, en 1874.

Tome I. — Ire PARTIE : *Procès-verbaux des séances tenues par la Commission*. In-4 (28-23); 1877............ 12 fr. 50 c.
— IIe PARTIE : *Mémoires divers*. In-4 (28-23), avec 7 planches; 1876.. 12 fr. 50 c.

Tome II. — Ire PARTIE : *Mission de Pékin* (Fleuriais). — *Mission de Saint-Paul* (Mouchez). In-4 (28-23), avec 26 pl.; 1878. 25 fr.
— IIe PARTIE : *Mission de Saint-Paul* (Rochefort et Ch. Vélain). — *Mission du Japon* (Janssen, Tisserand, Delacroix et Picard). — *Mission de Saïgon* (Héraud). — *Mission de Nouméa* (André). In-4 (28-23), avec figures et 36 planches ; 1880......... 25 fr.

Tome III. — Ire PARTIE : *Mission de l'île Campbell* (Bouquet de la Grye). In-4 (28-23), avec 6 planches; 1882.... 12 fr. 50 c.
— IIe PARTIE : *Mission de l'île Campbell* (H. Filhol). In-4 (28-23), avec atlas de 68 planches; 1885...................... 25 fr.
— IIIe PARTIE : *Mesures des plaques photographiques*. In-4 (28-23), avec 2 planches; 1882......................... 12 fr. 50 c.

Annexe : *Discussion des résultats obtenus avec les épreuves daguerriennes de la Commission française*, par *Obrecht*. In-4 (28-23); 1890.................................. 2 fr. 50 c.

MISSION DU CAP HORN

(1882-1883).

TOME I : **Histoire du Voyage**, par L.-F. MARTIAL. In-4 (28-23), avec 12 planches; 1888.................................. 25 fr.

TOME II : *Météorologie*, par J. LEPHAY. In-4 (28-23), avec 12 planches ; 1885 (*Rare*).

TOME III : *Magnétisme terrestre*, par E.-O. LE CANNELLIER. — *Recherches sur la constitution chimique de l'atmosphère*, d'après les expériences du Dr *Hyades*, par MUNTZ et AUBIN. In-4 (28-23), avec 11 planches ; 1886 (*Rare*).

TOME IV : **Géologie**, par le Dr P. HYADES. In-4 (28-23), avec 33 pl.; 1887.. 25 fr.

TOME V : **Botanique**. In-4 (28-23) de 400 pages; 1889.... 25 fr.

TOME VI : **Zoologie**. Ce Tome est publié en 12 fascicules.

Ire Partie : In-4 (28-23) de 486 pages, avec 23 pl.; 1891.. 45 fr.

Mammifères (*A. Milne-Edwards*); 10 fr. — *Oiseaux* (*E. Oustalet*); 25 fr. — *Poissons* (*L. Vaillant*); 4 fr. — *Anatomie comparée* (*H. Gervais*); 6 fr.

IIe Partie : In-4 (28-23) de 430 pages, avec 29 pl.; 1891 (*Rare*).

Insectes (*L. Fairmaire, Signoret, J. Mabille, P. Mabille, J.-M.-F. Bigot*); 20 fr. — *Arachnides* (*E. Simon*) (épuisé). — *Crustacés* (*Milne-Edwards*); 11 fr. — *Mollusques* (*de Rochebrune* et *J. Mabille*); 10 fr.

IIIe Partie : In-4 (28-23) de 376 pages, avec 36 pl.; 1891.. 35 fr.

Priapulides (*J. de Guerne*); 2 fr. — *Bryozoaires* (*J. Jullien*); 8 fr. — *Echinodermes* (*E. Perrier*); 20 fr. — *Protozoaires* (*A. Certes*); 5 fr.

TOME VII : **Anthropologie. Ethnographie** ; par le Dr P. HYADES et J. DENIKER. In-4 (28-23), avec 34 pl. et 1 carte en couleur; 1891. 25 fr.

La collection des sept Tomes en neuf volumes .... 275 fr.

N° 8.

TABLE DES ARTICLES (Séance du 19 Août 1912).

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CORRESPONDANCE.

50192 PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : Gauthier-Villars.

1912

DEUXIÈME SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME 155.

N° 9 (26 Août 1912).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1912

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Toute Note manuscrite d'un Membre de l'Académie ou d'une personne étrangère ne pourra paraître dans le *Compte rendu* de la semaine que si elle a été remise le jour même de la séance.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Les *Comptes rendus* ne reproduisent pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin ; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* ne contiennent ni planches, ni figures.

Dans le cas exceptionnel où des figures seraient autorisées, l'espace occupé par ces figures comptera pour l'étendue réglementaire.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

ACADÉMIE DES SCIENCES

SÉANCE DU LUNDI 26 AOUT 1912.

PRÉSIDENCE DE M. A. BASSOT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

BOTANIQUE AGRICOLE. — *Sur la mutation gemmaire culturale du* Solanum tuberosum *L.* Note de M. **Édouard Heckel.**

Dans une Communication du 10 août 1911 relative à la mutation gemmaire *complète* du *Solanum Maglia* Schlecht, qui a fait de cette plante sauvage un excellent producteur de pommes de terre dans les terres non arrosées, je terminais en annonçant de nouvelles recherches rendues possibles par le voyage de recherches du professeur Verne, de l'Université de Grenoble, qui, à ses frais, a visité le Chili, la Bolivie et le Pérou, du littoral Pacifique jusqu'au sommet des Andes (au-dessus de La Paz, à 4000^m d'altitude), pour y rechercher la plus grande quantité possible de tubercules propres aux *Solanum Maglia* et *S. tuberosum* sauvages recueillis loin de toute culture. C'est grâce à ces récoltes abondantes que j'ai pu obtenir dès cette année, c'est-à-dire sur les plantes issues des tubercules recueillis par M. Verne, la mutation gemmaire culturale du *S. tuberosum*, objet de la présente Communication. Je dois d'abord rappeler les origines géographiques des tubercules mis en expérience. Les tubercules sauvages de *Solanum tuberosum* dont j'ai pu disposer ont été recueillis par le professeur Verne en Bolivie et au Pérou. En Bolivie, les récoltes ont été opérées aux environs de *Viacha*, au-dessus de La Paz, à 4000^m d'altitude, le 24 juin 1911, dans un terrain sablonneux, nu et au voisinage d'une mare d'eau. Là, plus de traces, à cette date, des parties externes de la plante, et la recherche des tubercules sous terre se faisait

d'après les indications des Indiens qui servaient de guides à M. Verne. Ces tubercules étaient nombreux mais petits, de couleur jaune pâle et, au plus, gros comme une noisette. C'est le *papa sylvestre* des Indiens qu'il ne faut pas confondre avec le *papa amara* qui est cultivé et sert à faire le *chugno*.

Au Pérou, M. Verne a opéré ses récoltes dans deux localités et toujours très loin des cultures : 1° à *Amancaës* et 2° aux environs de *Chorillos*, au mont *Morro-Solar*, à 400^{m} d'altitude, le 7 juillet, dans des creux couverts d'éboulis granitiques. Les plantes mesuraient là 0^{m},25 de hauteur; portaient des fleurs à corolle bleue et un feuillage vert foncé pubescent. A l'extrémité de longs stolons, les tubercules étaient de moyenne grandeur et de couleur brunâtre, mais leur forme était généralement altérée par la compression des cailloux environnants.

Ces stations sont indiquées [sauf cependant pour Viacha (Bolivie) qui n'est pas citée] par J.-G. Baker dans sa *Review of the tuber-bearing Species of* Solanum in Journal de la Société Linnéenne de Londres (*Bot.*, t. XX, 1884, p. 496), et Édouard André (*Illustration horticole*, t. XXIX, 1877, p. 114) a, dans son rapport d'expédition botanique dans les Andes, confirmé les stations signalées par Baker, avec cette réserve que cet explorateur français ne cite au Pérou que la station d'*Amancaës*. Il est à remarquer, en outre, que ces observations décrivent, dans toutes les stations où ils les ont trouvés, les *Solanum tuberosum* comme pourvus de fleurs à corolles *blanches*, tandis que M. Verne n'a observé, dans ses récoltes, que des types à corolles bleues comme Baker l'indique (*loc. cit.*, p. 490) pour les plantes sauvages récoltées dans les Cordillères des Andes du Chili et conservées dans les herbiers de Londres. Du reste, dans toutes les plantes issues de tubercules récoltées par M. Verne et cultivées par moi cette année, je n'ai relevé aussi que de petites fleurs bleues, comme je le dirai.

Les tubercules mis entre mes mains étant ainsi bien identifiés et par les stations déjà connues où ils furent recueillis avant M. Verne, et par les caractères que j'ai relevés sur les plantes en fleur, voici les résultats que me donnèrent, à la date du 14 août 1912, les cultures entreprises d'après la technique qui m'avait si bien réussi sur le *Solanum Maglia* sauvage, au jardin botanique de Marseille, technique dont j'ai donné le détail dans mes précédentes Communications et qui se résume en une superfumure avec mélange des fumiers de ferme et de poulailler *exclusivement*.

La mise en culture fut faite le 29 septembre 1911, sous bâche et en serre pendant l'hiver. De la plupart de ces tubercules naquirent des plantes qui, mises au plein air dès le mois de juin, donnèrent des fleurs bleues et des

fruits ovoïdes et non sphériques. Les feuilles étaient crispées et velues, les fleurs abondantes avec corolle petite, à segments deltoïdes; calice velu, à dents deltoïdes et cuspidées. En un mot, tous les caractères connus comme propres à *Solanum tuberosum* L.. Ni le feuillage ni les fleurs ne présentaient de bien profondes modifications des caractères connus de l'espèce. Mais dans la partie souterraine, j'ai pu relever des faits de mutation bien nets, notamment dans les tubercules. Ceux-ci, portés à l'extrémité de stolons très raccourcis, sont de couleur jaune clair, à peau peu parsemée de lenticelles non saillants, plus gros que les tubercules initiaux sauvages (qui étaient couverts de lenticelles saillants), à épiderme très mince, et enfin à pulpe ni âcre ni amère, comme les tubercules sauvages, et partant entièrement comestibles. Ils ne sont, en effet, plus aqueux et la quantité de fécule contenue dans les cellules a notablement augmenté. Il est à noter que, seuls, les tubercules recueillis à *Viacha* (Bolivie) ont présenté dans les tubercules ces caractères de mutation. Les autres récoltes, à *Amancaës* et à *Chorillos*, paraissent en voie de mutation, mais non encore réalisée. Il est probable qu'une prochaine culture avec la même technique les conduira à cette mutation. Du reste, il faut prévoir que, l'an prochain aussi, des modifications se produiront dans le feuillage et la fleur des *Sol. tuberosum* de *Viacha*, chez lesquels cette année seuls, dans les parties extérieures, les fruits ont modifié leurs formes. J'ai mis deux ans pour obtenir la mutation complète du *Solanum Maglia*.

CORRESPONDANCE.

La **Société Royale de Londres** fait hommage à l'Académie de deux Volumes publiés à l'occasion du 250e anniversaire de sa fondation :

1° *The Record of the* Royal Society *of London*, 3e édition.

2° *The signatures in the first Journal book and the Charter book of the* Royal Society, being a facsimile of the signatures of the Founders, Patrons and Fellows of the Society, from the year 1660 down to the present time.

M. **Blaserna** fait hommage à l'Académie du Tome troisième et dernier de l'Ouvrage intitulé : *Cinquanta anni di storia italiana, MDCCCLX-MDCCCCX*, publié par la Reale Accademia dei Lincei.

M. le **Président de la Commission directrice du Centre pharmaceutique de l'Uruguay** adresse à l'Académie l'expression de ses condoléances à l'occasion du décès de M. *H. Poincaré.*

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la sommabilité d'une fonction dont la série de Fourier est donnée.* Note de M. **W.-H. Young.**

1. Le théorème démontré dans la présente Note est une extension du théorème réciproque à celui de Parseval. Pour l'obtenir, j'ai utilisé la génération de ce théorème même que j'ai déjà donnée (*Comptes rendus*, t. 155, p. 30) :

Si la série

$$\text{(A)} \qquad \sum_{n=1} \left(a_n^{1+\frac{1}{p}} + b_n^{1+\frac{1}{p}} \right)$$

est convergente, p étant un entier impair, la fonction $f(x)$, *dont la série de Fourier est* $\frac{1}{2}a_0 + \sum_{n=1} (a_n \cos nx + b_n \sin ny)$, *est telle que* f^{1+p} *est sommable.*

Supposons $p = 3$. Un raisonnement tout à fait analogue s'applique au cas $p > 3$.

Il s'agit seulement de démontrer que $f(t)\,g(t)$ est sommable, quelle que soit la fonction positive $g(t)$, pourvu que $g^{1+\frac{1}{p}}$ soit sommable.

Posons à cet effet

$$g(x) \sim \frac{1}{2} A_0 + \sum_{n=1} (A_n \cos nx + B_n \sin nx),$$

où $g^{\frac{4}{3}}$ est sommable. D'après la Note déjà signalée, on aura

$$\text{(B)} \qquad \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} g(t+x)\,g(t)\,dt = \frac{1}{2} A_0^4 + \sum_{n=1} (A_n^2 + B_n^2)^2$$

et aussi

$$\text{(C)} \qquad \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(t+x)\,g(t)\,dt \sim \frac{1}{2} a_0 A_0 + \sum_{n=1} [(a_n A_n + b_n B_n) \cos nx - a_n B_n - b_n A_n (\sin nx)].$$

2. Or le second membre de cette relation est une série convergente, vu la convergence de (A) et (B). D'autre part, si $g(t)$ est une fonction bornée, (C) deviendra une égalité. On pourra donc poser

$$(C') \quad \frac{1}{\pi}\int_{-\pi}^{\pi} f(t+x)\, g_r(t)\, dt = \frac{1}{2}A_{r,0}a_0 + \sum_{n=1} [(a_n A_{r,n} + b_n B_{r,n}) \cos nx - (a_n B_{r,n} - b_n A_{r,n}) \sin nx],$$

en désignant par g_r la fonction égale à g, quand g est inférieure à r et égale à zéro ailleurs. Les $A_{r,n}$, $B_{r,n}$ ont la même relation avec g_r que A_n, B_n avec g, et l'on obtient facilement les inégalités

$$(1) \qquad |A_n - A_{r,n}| \leqq e_r, \qquad |B_n - B_{r,n}| \leqq e_r,$$

où e_r ne dépend pas de n, et tend vers zéro avec $\frac{1}{r}$.

3. Désignons par S_k la somme des premiers $(2k+1)$ termes de la série (B), par R_k le reste, et par $S_{r,k}$ et $R_{r,k}$ les mêmes expressions quand nous remplaçons A_n par $A_{r,n}$ et B_n par $B_{r,n}$. On a évidemment

$$S_{r,k} + R_{r,k} \leqq S_k + R_k.$$

Ayant déterminé l'entier k convenablement, on aura

$$R_k \leqq e,$$

e étant un nombre positif fixe aussi petit qu'on veut.

Puis, en tenant compte des formules (1), on peut trouver r_k, tel que

$$|S_k - S_{r,k}| \leqq e \qquad (r \geqq r_k).$$

Par suite

$$0 \leqq R_{r,k} \leqq 2e,$$

d'où chacun des restes

$$\sum_{n=k} A_{r,n}^4, \quad \sum_{n=k} B_{r,n}^4, \quad \sum_{n=k} A_n^4, \quad \sum_{n=k} B_n^4$$

est au plus égal à $2e$.

On en déduit, en supposant l'entier k suffisamment grand,

$$\left|\sum_{n=k}(a_n A_n + b_n B_n)\right| \leqq e, \qquad \left|\sum_{n=k}(a_n A_{r,n} + b_n B_{r,n})\right| \leqq e$$

et, par suite,

$$(2)\qquad \left|\frac{1}{2}a_0A_0+\sum_{n=1}(a_nA_n+b_nB_n)-\frac{1}{\pi}\int_{-\pi}^{\pi}f(t)\,g_r(t)\,dt\right|$$
$$=\left|\frac{1}{2}a_0(A_0-A_{r,0})+\sum_{n=1}[a_n(A_n-A_{r,n})+b_n(B_n-B_{r,n})]\right|$$
$$\leqq 2e+e_r\sum_{n=1}^{k}(|a_n|+|b_n|)\leqq 3e$$
$$(r\geqq r'_k\geqq r_k),$$

r'_k désignant un entier convenablement choisi.

4. Si g et par suite g_r s'annulent partout où f est negative, $f(t)g_r(t)$ est une fonction non décroissante de r. Dans ce cas $\int f(t)g(t)dt$ existe, d'après (2). On voit par là que $f_1(t)g(t)$ est sommable, quelle que soit la fonction g, pourvu qu'elle soit positive et $g^{1+\frac{1}{p}}$ sommable, f_1 étant la fonction égale à f quand f est positive et égale à zéro ailleurs. On voit de même que $f_2(t)g(t)$ est sommable, où $f=f_1-f_2$. Donc finalement $f(t)g(t)$ est sommable.

5. Notre proposition peut être vérifiée par voie algébrique. Prenons le cas où $\sum_{n=1} a_n^{\frac{4}{3}}$ est convergente. Nous n'avons qu'à démontrer la convergence de la série

$$C_1^2+C_2^2+\ldots$$

où C_1, C_2, ... sont les coefficients de la série de Fourier de f^2.

Supposons pour abréger que f est une fonction paire, et désignons par $A_{r,n}=\frac{1}{2}(a_{r+n}+a_{r-n})$ le coefficient de $\cos rx$ dans la série de Fourier de $f(x)\cos nx$. On trouvera

$$C_n=a_1A_{1,n}+a_2A_{2,n}+\ldots.$$

Or il est aisé d'établir l'inégalité suivante :

$$\sum uv^{\frac{(1+p)(1+q)}{(1-pq)}}\leqq\left(\sum u^{1+p}\right)^{\frac{q(1+p)}{(1-pq)}}\left(\sum v^{1+q}\right)^{\frac{p(1+q)}{(1-pq)}}\qquad (0\leqq u,\ 0\leqq v,\ pq<1);$$

d'où, posant $u=|a_r|$, $v=|A_{r,n}|$, $p=q=\frac{1}{3}$,

$$C_n^2<\sum_{n=1}a_n^{\frac{4}{3}}\sum_{r=1}a^{\frac{1}{3}}A_{r,n}^{\frac{4}{3}}$$

et par suite

$$\sum_{n=1} C_n^2 \leq \left(\sum_{n=1} a_n^{\frac{4}{3}} \right)^3.$$

RADIOACTIVITÉ. — *Sur un rayonnement ionisant, attribuable au recul radioactif, émis par le polonium.* Note [1] de MM. **B. Bianu** et **L. Wertenstein**, présentée par M. Villard.

L'un de nous avait montré [2] que la projection radioactive du radium D par le radium C, détermine un rayonnement ionisant extrêmement absorbable et peu déviable par le champ magnétique. Étant donné qu'il était naturel d'admettre, dans le cas du polonium, l'existence du recul radioactif, et que ce recul ne pouvait être étudié par les méthodes usuelles, nous nous sommes proposé de chercher à mettre en évidence la projection, par le polonium, des atomes constituant le produit ultime de la désagrégation du radium, cela au moyen de l'ionisation que produiraient ces atomes; autrement dit de rechercher s'il n'existait pas, dans le cas du polonium, de rayonnement absorbable analogue à celui trouvé dans le cas du radium C.

La méthode employée consistait à étudier en fonction de la pression l'ionisation produite par le polonium dans une chambre d'ionisation constituée par un plateau et une toile, la distance entre le disque actif et la chambre étant maintenue constante, et les pressions étudiées comprises entre 1^{mm} et 40^{mm} de mercure.

L'appareil utilisé était, à quelques modifications près, identique à celui décrit par l'un de nous (*loc. cit.*). En l'absence de tout rayonnement absorbable, la courbe représentative de l'ionisation en fonction de la pression serait une droite passant par l'origine. C'est ce résultat, purement négatif, que nous avons obtenu dans la première expérience faite avec un disque d'argent de 2^{cm} de diamètre, recouvert d'un dépôt bien visible de polonium. Nous avons attribué l'insuccès de cette expérience à l'épaisseur de la couche active qui devait arrêter la presque totalité de la projection radioactive. D'ailleurs l'examen de la courbe de Bragg, donnée par ce même disque à la pression atmosphérique, a permis de constater que la couche active exerçait une absorption notable même sur les rayons α. Tous les efforts se portèrent donc vers la purification de la solution polonifère, afin d'obtenir un dépôt de polonium en couche excessivement mince. Remarquons que, pour laisser passer facilement la projection, la couche active doit avoir une épaisseur de l'ordre de $10^{\mu\mu}$ seulement [3]. La lame suivante, qui portait un dépôt

---

(1) Présentée dans la séance du 19 août 1912.

(2) *Radium*, janvier 1912.

(3) *Comptes rendus*, 1910, 2e semestre, p. 469.

jaunâtre encore visible, et qui donnait une courbe de Bragg normale, a déjà permis de constater avec certitude l'existence d'un rayonnement très absorbable. Mais le phénomène était encore trop faible pour qu'on en pût faire une étude précise.

Finalement on a été amené à déposer du polonium sur un disque d'argent de 6^{cm} de diamètre, ce qui a donné un dépôt absolument invisible.

Les courbes obtenues avec ce disque, à distance constante, en présence ou non d'un champ magnétique transversal de 1100 unités, sont tout à fait analogues à celles obtenues dans le cas du radium C. Elles accusent nettement l'existence d'un rayonnement absorbable. L'ionisation ne devient proportionnelle à la pression que dans la région de pressions suffisamment élevées pour que ce rayonnement n'arrive plus dans la chambre d'ionisation. En déterminant la plus petite pression p qui suffit à supprimer les effets du rayonnement absorbable, on arrive à évaluer le pouvoir pénétrant de ce rayonnement. De nombreuses expériences faites à différentes distances d de la chambre d'ionisation au polonium, ont donné, pour le produit pd, un nombre voisin de 70. Un disque activé par l'émanation du radium a donné dans les mêmes conditions, pour ce même produit, un nombre voisin de 120. Le rapport de ces nombres est très voisin du rapport $\frac{3,86}{7,05}$ des parcours des rayons α du polonium et du radium C. Le pouvoir pénétrant de la projection radioactive venant du polonium se montre ainsi voisin de celui qu'on pouvait prévoir théoriquement, en admettant que les atomes projetés par le polonium ont une masse peu différente de celle des atomes du radium D.

Les mesures faites en présence du champ magnétique montrent que la projection radioactive produit, à une pression de 2^{mm}, 2,5 fois plus d'ions que les rayons α, la distance du polonium à la chambre étant de $6^{mm},5$. En disposant une feuille d'aluminium de $0^{\mu},5$ sur la toile de la chambre d'ionisation on supprime complètement tout effet du rayonnement absorbable.

L'action du champ magnétique qui supprime à basse pression une partie du courant, indique l'existence d'un rayonnement absorbable de deuxième espèce, aisément déviable. L'existence de ce rayonnement est confirmée par le fait que les courants mesurés se sont montrés sensiblement identiques en valeur absolue, pour des pressions supérieures à 2^{mm}, que l'électricité recueillie à l'électromètre fût positive ou négative. Ce rayonnement présente les caractères d'un rayonnement secondaire excité par les rayons α.

D'ailleurs à des pressions plus basses, inférieures à 1^{mm}, on observe net-

tement l'arrivée des rayons secondaires négatifs qui tendent à prédominer à mesure que le vide avance, sur les phénomènes d'ionisation. Nous poursuivons actuellement l'étude des courants observés à des pressions très basses.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide benzylpyruvique.* Note (1) de M. J. Bougault.

L'acide benzylpyruvique $C^6H^5.CH^2.CH^2.CO.CO^2H$ a été obtenu d'abord par Fittig (2) par isomérisation alcaline de l'acide phényl-α-oxycrotonique

$$C^6H^5-CH=CH-CHOH-CO^2H \rightarrow C^6H^5-CH^2-CH^2-CO-CO^2H.$$

La même année, W. Wislicenus et Max Münzesheimer (3) l'obtinrent par la décomposition de l'éther benzyloxalacétique par l'acide sulfurique dilué.

A l'occasion d'un travail que je poursuis sur l'acide phényl-α-oxycrotonique et ses dérivés, j'ai eu l'occasion de m'occuper de l'acide benzylpyruvique : j'ai amélioré sa préparation et observé quelques réactions nouvelles.

I. *Préparation.* — Pour la préparation de ce corps, en m'inspirant des travaux de Fittig, j'ai trouvé avantage à remplacer l'acide phényl-α-oxycrotonique par son amide (4). La saponification de cet amide

$$C^6H^5.CH=CH.CHOH.CO\,AzH^2$$

par les alcalis fournit, comme on peut le prévoir, l'acide benzylpyruvique, par suite de l'isomérisation de l'acide phényl-α-oxycrotonique qui prend naissance en premier lieu.

Mais, outre l'acide benzylpyruvique, il y a lieu de signaler la formation d'au moins deux autres acides, dont je me bornerai à dire quelques mots aujourd'hui :

1° Un acide azoté, monobasique, fondant à 298° et possédant la composition $C^{20}H^{17}O^3Az$.

Cet acide est très soluble dans le chloroforme, peu soluble dans l'éther,

(1) Présentée dans la séance du 19 août 1912.
(2) *Liebig's Annalen*, t. CCXCIX, 1898, p. 28.
(3) *Ber. d. d. chem. Gesell.*, t. XXXI, 1898, p. 555 et 3133.
(4) On trouvera les détails de la préparation de cet amide dans une Note plus étendue qui paraîtra dans un autre Recueil.

l'alcool et l'acétone froids. Ses sels alcalins sont peu solubles dans l'eau froide, assez solubles dans l'eau chaude.

2° Un acide non azoté, bibasique, de formule probable

$$(C^{10}H^{10}O^3)^2.\ 1,5\,H^2O.$$

Il fond à 100°-105° en se déshydratant et se transformant en une masse transparente qui ne se liquéfie que vers 165° avec commencement de décomposition.

Cet acide est très soluble dans l'éther, l'alcool, l'acétone; insoluble dans le chloroforme et le benzène. Son sel acide de potasse est peu soluble dans l'eau; le sel neutre est très soluble.

L'acide benzylpyruvique, qui prend naissance en même temps que ces deux acides, forme la majeure partie du produit de la saponification. On l'isole des précédents et on le purifie en utilisant sa combinaison avec le bisulfite de soude.

II. Comme les acides α-cétoniques étudiés jusqu'ici (¹), l'acide benzylpyruvique peut se combiner à lui-même par aldolisation. Cette condensation se fait sous l'influence de la soude aqueuse, à froid, et fournit un acide bibasique de composition $(C^{10}H^{10}O^3)^2$ qu'on peut représenter par la formule

$$\begin{array}{l} C^6H^5.CH^2.CH^2.COH.CO^2H \\ \quad\quad\quad\ \ C^6H^5.CH^2.\overset{|}{C}H.CO.CO^2H. \end{array}$$

Cet acide fond à 168°-169° avec décomposition. Il est très soluble dans l'alcool, l'éther, peu soluble dans le chloroforme et le benzène.

L'ébullition avec la lessive de soude diluée le décompose assez rapidement et, parmi les produits de décomposition, domine l'acide benzylpyruvique. En liqueur acide, et à l'ébullition également, il y a lactonisation avec perte de CO^2. La lactone

$$\begin{array}{l} C^6H^5.CH^2.CH^2.C\text{——}O \\ \quad\quad\quad\ \ C^6H^5.CH^2.\overset{|}{C}H.CO \end{array}\!\!\Big\rangle CO$$

qui prend naissance, fond à 118°. Elle est très soluble dans l'alcool et l'éther, insoluble dans l'éther de pétrole.

III. L'acide benzylpyruvique se condense avec l'acétone plus facilement qu'avec lui-même; et, suivant les proportions d'acétone employées, on

(¹) Gault, *Comptes rendus*, t. 153, 1911, p. 107.

obtient deux combinaisons différentes : l'une à molécules égales, l'autre contenant 1^{mol} d'acétone pour 2^{mol} d'acide benzylpyruvique.

Les deux combinaisons se font à froid, sous l'influence de la soude.

Acide acétone-benzylpyruvique $C^{13}H^{16}O^4$. — Ce corps a pour formule

$$\begin{array}{l} C^6H^5.CH^2.CH^2.\underset{|}{C}OH.CO^2H \\ \qquad\qquad\qquad\quad CH^2.CO.CH^3. \end{array}$$

Il cristallise avec 1^{mol} d'eau et fond à 61°; anhydre il fond à 98°.

Il est insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, l'acétone, le chloroforme; moins soluble dans l'éther, soluble dans le benzène bouillant.

L'ébullition avec la soude diluée le décompose en plusieurs produits, parmi lesquels on retrouve l'acétone et l'acide benzylpyruvique.

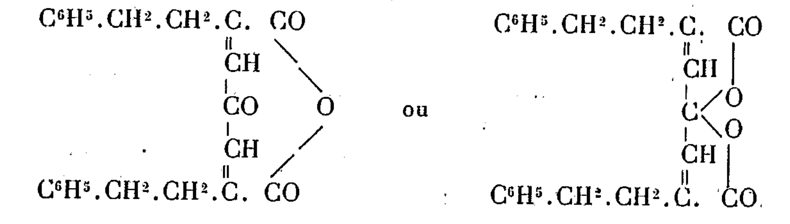
Sous l'action de HCl il se déshydrate et donne un nouvel acide $C^{13}H^{14}O^3$ fondant à 95°, pour lequel deux formules de constitution sont possibles suivant la façon dont on représente la déshydratation.

Acide benzylpyruvique-acétone-benzylpyruvique $C^{23}H^{26}O^7$. — Cet acide est bibasique et fond à 178°. Il est insoluble dans l'eau, le chloroforme, le benzène; peu soluble dans l'éther, soluble dans l'alcool et l'acétone. Sa formule de constitution doit être

$$\begin{array}{l} C^6H^5.CH^2.CH^2.COH.CO^2H \\ \qquad\qquad\qquad\quad |\\ \qquad\qquad\qquad\quad CH^2 \\ \qquad\qquad\qquad\quad |\\ \qquad\qquad\qquad\quad CO \\ \qquad\qquad\qquad\quad |\\ \qquad\qquad\qquad\quad CH^2 \\ \qquad\qquad\qquad\quad |\\ C^6H^5.CH^2.CH^2.COH.CO^2H. \end{array}$$

Traité par l'acide chlorhydrique, il fournit au moins deux produits de déshydratation.

L'un, $C^{23}H^{20}O^4$, fondant à 124°, est neutre, très soluble dans le chloroforme, peu soluble dans l'éther. C'est vraisemblablement un anhydride d'acide bibasique ou une dilactone, ce qu'expriment les formules de constitution suivantes :



La déshydratation peut d'ailleurs se faire autrement que dans la chaîne acétonique.

Le deuxième corps, formé dans l'action de l'acide chlorhydrique, est un acide bibasique, fondant à 146°, peu soluble dans l'éther, encore peu étudié.

En résumé, j'ai modifié très avantageusement le mode de préparation de l'acide benzylpyruvique. J'ai préparé et étudié les produits obtenus en condensant, par aldolisation, l'acide benzylpyruvique, soit avec lui-même, soit avec l'acétone.

Comme on pouvait s'y attendre, l'acide phénylpyruvique

$$C^6H^5.CH^2.CO.CO^2H,$$

homologue inférieur du précédent, donne des réactions analogues à celles qui viennent d'être étudiées.

MÉDECINE. — *Sur l'immunisation active de l'homme contre la fièvre typhoïde.* Note de M. **H. Vincent**.

Dans deux Communications antérieures ([1]), j'ai exposé le principe de la méthode de vaccination contre la fièvre typhoïde, à l'aide de cultures typhiques polyvalentes stérilisées par l'éther. L'efficacité de cette méthode a été vérifiée par de très nombreuses constatations toutes concordantes, faites chez les sujets vaccinés et demeurant indemnes dans des milieux gravement éprouvés par la fièvre typhoïde.

Cette efficacité se manifeste encore dans des conditions de rigueur et de précision qui réalisent, chez l'homme, celles d'une véritable expérience de laboratoire. Les faits qui suivent concernent des sujets n'ayant jamais eu la fièvre typhoïde (et par conséquent réceptifs pour cette affection) qui ont absorbé involontairement, en aspirant des cultures à l'aide de pipettes, une grande quantité de bacilles typhiques. L'absorption de traces de culture est presque toujours positive et souvent mortelle (Duflocq, Dufourt, Chantemesse, moi-même, etc.) En effet, 1^{cm^3} de culture en bouillon renferme un milliard à quinze cents millions de bacilles. Une goutte de culture du microbe pathogène renferme, en conséquence, une quantité de bacilles infi-

([1]) H. Vincent, *Les bases expérimentales de la vaccination antityphique* (*Comptes rendus*, 7 février 1910 et 21 février 1910).

niment plus grande que celle qui serait contenue dans un verre d'eau de boisson profondément souillée.

Cinq personnes vaccinées contre la fièvre typhoïde ont pu accidentellement avaler du bacille typhique : elles ont entièrement échappé à la fièvre typhoïde.

I. Dr P., 25 ans. Vacciné contre la fièvre typhoïde en mai 1910. Infection par culture typhique 4 mois plus tard. Demeure indemne.

II. M. J., 21 ans, étudiant. Absorbe, le 9 mars 1912, 2^{cm^3} de culture (c'est-à-dire au moins deux milliards de bacilles). Soumis, 24 heures après, à la première injection de typho-vaccin. Forte réaction générale (39°,5) à l'occasion de la deuxième injection. Échappe à la fièvre typhoïde.

III. M. A., étudiant en médecine (mai 1912). Absorbe du bacille typhique à l'occasion de manipulations de laboratoire. Reçoit, le surlendemain, la première injection de typho-vaccin. Réaction fébrile forte et céphalée à l'occasion des deux premières inoculations. Indemne.

IV. Dr V. L., 30 ans (juin 1912). Avale accidentellement un peu de culture du bacille typhique. Se fait vacciner le lendemain. Reste indemne.

V. Dr X., 40 ans. Avale involontairement une quantité « colossale » de bacille typhique (juillet 1912). Se vaccine lui-même le lendemain contre la fièvre typhoïde à laquelle il échappe.

Le vaccin antityphique employé dans les cinq cas qui précèdent a été l'autolysat polyvalent de bacilles typhiques, stérilisé par l'éther.

Il résulte, par conséquent, des constatations qui précèdent que les inoculations de typhovaccin ont un pouvoir préventif non seulement contre l'absorption postérieure de cultures typhiques (I), mais encore contre une infection antérieure, *mais récente*, même massive (II, III, IV et V). Dans ce dernier cas, les réactions défensives cellulaires et la sécrétion des anticorps ont pu se produire et ont pu neutraliser l'infection avant que celle-ci ait eu le temps de se réaliser.

MÉDECINE. — *Conditions de transmission de la fièvre récurrente par le pou.* Note de MM. **Charles Nicolle**, **L. Blaizot** et **E. Conseil**, présentée par M. Laveran.

Pour la clarté de l'exposition des faits nouveaux que nous allons présenter, les données précédemment acquises et exposées dans notre Note

antérieure (*Comptes rendus*, 10 juin 1912, p. 1636) doivent être brièvement rappelées.

Les spirilles du sang des malades, absorbés par le pou, subissent chez ce parasite des altérations immédiates, aboutissant en quelques heures à leur disparition complète, Cette disparition n'est qu'apparente; les spirilles persistent sous une forme invisible à l'ultra-microscope. Après un délai d'une semaine environ, on les voit reparaître. Ils sont virulents : le dépôt d'une goutte du produit de broyage d'un pou infecté sur la peau excoriée de l'homme, ou sur sa conjonctive intacte, suffit à lui communiquer la fièvre récurrente. Et cependant, les piqûres répétées de ces poux, gorgés de spirilles, demeurent inactives. C'est donc par le grattage et l'excoriation de la peau avec ses ongles souillés des débris de poux ou par leur contact avec les muqueuses que l'homme contracte la spirillose.

Il nous a paru utile de préciser les conditions d'infection du pou et le mécanisme intime de transmission de la maladie. Nous avons, en outre, cherché si un autre parasite, qu'on pouvait suspecter, ne jouait pas un rôle dans la conservation du virus.

I. *Dates extrêmes d'apparition et de disparition des spirilles chez les poux infectés.* — Sept lots de poux ont été infectés sur l'homme ou le singe malades, nourris deux fois par jour sur l'homme, et conservés dans les conditions de température et d'humidité requises. La date la plus précoce d'apparition des spirilles a été le 8e jour; nous avons noté leur persistance jusqu'au 19e jour, jamais plus tard. Un singe inoculé avec 24 poux de 20 jours (série II) n'a ni présenté d'infection, ni acquis l'immunité.

Proportion totale des poux infectés. — Elle s'est montrée variable. Le nombre des repas infectants (1 à 3), l'intensité de l'infection (nombre des spirilles dans le sang), d'autres causes mal déterminées interviennent à coup sûr. Voici les résultats observés sur les poux de nos sept séries, sacrifiés du 8e au 19e jour : série I, 3 infectés sur 6; II, 5 sur 48; III, 8 sur 51; IV, 7 sur 41; V, 1 sur 13; VI, 3 sur 4; VII, 2 sur 2. Soit, comme chiffres extrêmes, 7, 69 et 100 pour 100 et, au total, 29 sur 165, c'est-à-dire 17,57 pour 100.

Proportion suivant le sexe. — Le sexe a été déterminé pour 60 poux (des séries IV à VII) : 39 mâles ont donné 4 infectés, c'est-à-dire 10,25 pour 100; 21 femelles, 9, c'est-à-dire 42,85 pour 100; soit 4 fois plus de femelles infectées que de mâles (dans chaque série, il y a eu prédominance de l'infection chez les femelles).

Proportion suivant l'espèce. — Le nombre des *poux de tête* utilisés dans nos expériences ayant été de $\frac{1}{10}$ environ du total, et deux reconnus infectés (deux femelles), la proportion semble la même pour le pou du corps et celui de la tête.

Siège des spirilles chez les poux infectés. — Des dissections minutieuses, pratiquées sur 8 poux infectés (7 femelles, 1 mâle), nous ont montré la *présence exclusive des spirilles dans la cavité lacunaire* (*cœlome*); les œufs extraits du corps et lavés avec soin (3 observations) n'en ont jamais présenté dans leur intérieur.

II. *Innocuité des piqûres des poux infectés.* (Exemple nouveau.) — L'innocuité des piqûres nous étant prouvée, nous avons, à partir d'une certaine date, employé pour la nourriture des poux la même personne; celle-ci a subi au total 6515 piqûres de poux, appartenant à six séries. De ces 6515 piqûres, 1918 ont eu lieu du 8e au 19e jour après le repas infectant, ce qui représente, d'après la proportion établie plus haut, 336 piqûres environ réalisées par des poux gorgés de spirilles et dont une trace du liquide cœlomique, mise au contact de la plus petite écorchure, eût produit une infection infaillible. Cette personne est demeurée indemne.

Innocuité des crottes des poux infectés. — Le contenu du tube digestif des poux infectés ne nous a jamais montré de spirilles; le dépôt de crottes sur la peau humaine excoriée n'a donné aucun résultat. Un singe (bonnet chinois), inoculé à cinq reprises avec les crottes des poux de la série II, n'a ni contracté la spirillose, ni acquis l'immunité.

Transmission héréditaire chez le pou. — Prouvée par une première expérience, cette transmission ne s'est pas réalisée dans deux essais ultérieurs. Un bonnet chinois et un chimpanzé ont reçu sous la peau sans résultat l'un 60, l'autre 73 poux nés d'infectés; en outre, trois personnes de bonne volonté ont subi respectivement et sans inconvénient 1580, 1186 et 2828 piqûres par jeunes poux des mêmes lots. La transmission héréditaire n'est donc pas de règle et nous ignorons, lorsqu'elle se réalise, par quel mécanisme le pou de deuxième génération peut inoculer la spirillose à l'homme.

III. L'origine tripolitaine constante des épidémies observées par nous en Tunisie nous avait fait penser qu'il existait peut-être dans les régions sahariennes un être jouant le rôle de réservoir de virus. La découverte à Djerba par A. Weiss d'*Ornithodorus Savignyi*, si voisin d'*O. moubata*, qui transmet la fièvre des tiques, permettait de suspecter cet acarien. M. Weiss nous ayant procuré plusieurs lots

d'*O. Savignyi*, capturés à Ben-Gardane, au voisinage de campements tripolitains, nous avons recherché s'il se trouvait parmi eux des infectés; le résultat a été nul (piqûres de trois singes; inoculation des corps broyés à un autre; piqûres, puis inoculation de trois). Mêmes résultats négatifs avec des *Ornithodorus* nourris sur un singe atteint de spirillose (piqûre d'un singe, inoculation des corps broyés à un autre).

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *De l'action excitante des alcalis et en particulier de l'ammoniaque sur la peroxydase.* Note de M. J. WOLFF, présentée par M. L. Maquenne.

J'ai pu retirer de jeunes pousses d'orge ($0^m,10$ de hauteur) une peroxydase très active qui présente l'avantage de ne renfermer ni catalase, ni tyrosinase, ni laccase. Ayant étudié la résistance du catalyseur aux acides et aux bases j'ai constaté que les acides phosphorique et sulfurique le détruisent rapidement là où des doses équivalentes de bases alcalines n'ont presque pas d'action nocive. J'ai étudié de plus près cette action des alcalis et j'ai vu que si des doses un peu massives de soude sont capables de détruire la peroxydase au bout de quelques heures, des doses équimoléculaires d'ammoniaque n'attaquent le catalyseur qu'avec une extrême lenteur.

Exemple. — Je mets en contact d'une part 1^{cm^3} de macération diastasique avec 3^{cm^3} de soude normale, d'autre part 1^{cm^3} de la même macération avec 3^{cm^3} d'ammoniaque normale. Au bout de 4 heures de contact avec la soude la peroxydase est déjà très affaiblie et la destruction est complète après 10 heures, tandis qu'après un contact de 10 jours avec l'ammoniaque la peroxydase, bien qu'affaiblie, est encore très active (1).

Ce fait inattendu m'a suggéré l'idée d'examiner l'énergie de la peroxydase au fur et à mesure que son temps de contact avec l'ammoniaque s'accroît.

J'ai choisi le gayacol comme substratum d'oxydation et j'ai basé mon appréciation sur la rapidité et l'intensité de la réaction colorée que ce phénol fournit en présence de la peroxydase et de H^2O^2.

Mode opératoire. — On mélange 1^{cm^3} de macération diastasique (A) avec 3^{cm^3} d'ammoniaque normale et l'on abandonne le mélange (B) à l'ombre vers 16° centigrades dans un tube à essai bien bouché. On prélève à intervalles réguliers (2) $0^{cm^3},1$ du

(1) Des doses équivalentes d'acide sulfurique ou phosphorique sont mortelles après quelques minutes seulement.

(2) Au début toutes les heures, puis de 24 heures en 24 heures.

mélange (B) renfermant $0^{cm^3},025$ de la macération (A). On prépare en même temps deux types témoins C et D avec $0^{cm^3},025$ de macération A. Les trois prises d'essai B, C, D sont introduites dans des tubes à essai. Dans C on ajoute $0^{cm^3},1$ d'une solution obtenue en étendant 3^{cm^3} d'ammoniaque normale de 1^{cm^3} d'eau distillée et l'on obtient ainsi un type C renfermant la même dose d'ammoniaque que B. On additionne ensuite B et C de 6 gouttes et D de 1 goutte d'une solution à 10 pour 100 de phosphate acide de potassium, de manière à opérer toujours en présence d'un petit excès de ce sel. On verse alors dans les trois tubes 1^{cm^3} d'une solution de gayacol à 1,5 pour 100 et l'on complète avec de l'eau distillée de manière à avoir partout 2^{cm^3}; enfin on ajoute rapidement dans les trois tubes une goutte de H^2O^2 neutre à 2 volumes.

Dans ces conditions la marche de la réaction dans D mesure invariablement l'activité primitive, tandis que dans C elle mesure l'activité immédiatement après l'addition de NH^3. Il est facile dès lors d'apprécier, par comparaison, les modifications qui surviennent avec le temps dans le mélange B.

L'étude des diverses phases du phénomène conduit aux conclusions suivantes :

1° Dès le contact avec l'ammoniaque la peroxydase perd beaucoup de son activité, puis, à mesure que le temps de contact s'accroît, la peroxydase agit de plus en plus vite et, au bout de 4 à 5 heures, elle a repris son activité primitive;

2° Cette activité continue à augmenter pour atteindre son maximum vers la 14e heure, moment où elle est environ le double de l'activité primitive, puis, lorsque l'optimum est atteint, la vitesse de la réaction se maintient sensiblement pendant quelques heures au même niveau pour décroître ensuite lentement.

3° Au bout du onzième jour l'intensité de la réaction est très affaiblie et elle est comparable à ce qu'elle était au moment du contact de la peroxydase avec l'ammoniaque (en 1°).

Le mélange de 1^{cm^3} de macération diastasique avec 3^{cm^3} d'une solution *décinormale* de soude peut donner lieu à des phénomènes analogues, mais la destruction du catalyseur étant beaucoup plus rapide qu'avec la solution *normale* d'ammoniaque, on ne les observe que sous une forme très atténuée.

Avec les acides sulfurique et phosphorique, même très étendus, ces phénomènes ne se produisent pas.

Dans les expériences que je viens de décrire je me suis servi comme réactif du gayacol. Lorsqu'on s'adresse à d'autres phénols, tels que le pyrogallol ou l'hydroquinone, le phénomène ne se passe pas tout à fait de la même façon; en effet on observe une activation immédiate de la peroxy-

dase lorsqu'en présence de celle-ci et d'un excès de phosphate acide on introduit dans le milieu une petite quantité de soude ou d'ammoniaque.

Un contact plus ou moins prolongé de l'enzyme avec l'ammoniaque n'a pas pour effet de faire varier l'intensité de la réaction, comme cela a lieu dans le cas du gayacol. On se rend compte par cet exemple que la substance qui subit l'action de l'enzyme est plus sensible aux influences du milieu que l'enzyme lui-même. J'avais déjà attiré l'attention sur ce fait dans une publication antérieure à propos de la laccase et des oxydations qu'elle provoque (¹). Une étude récente de A. Bach et de M[lle] Maryanovitch vient confirmer pleinement cette manière de voir (²).

Enfin il se dégage de mes expériences que les bases alcalines, qu'elles agissent soit à l'état libre, soit à l'état combiné, sont un des facteurs principaux des phénomènes d'activation analysés ici.

BACTÉRIOLOGIE. — *La vitalité du bacille tuberculeux éprouvée par inoculation et par inhalation.* Note de M. **P. Chaussé**, transmise par M. E. Roux.

Malgré l'intérêt prophylactique primordial que présente la connaissance de la vitalité du bacille de Koch, celle-ci n'a pas encore été déterminée d'une manière précise; aucun des travaux publiés, même parmi les plus récents, n'exprime la vérité sur ce point essentiel. Presque tous les auteurs ont opéré seulement par inoculation sous-cutanée de doses massives et indéterminées de virus; ceux qui ont procédé par inhalation, à l'occasion de recherches pathogéniques, n'ont pas indiqué exactement le temps et les conditions de la dessiccation.

Nous allons voir, fait surprenant au premier abord, mais facilement explicable, que les résultats sont différents selon que l'on éprouve le virus par inoculation ou par inhalation. Ce qui nous importe avant tout, c'est la vitalité du bacille des crachats secs, dans les conditions de l'appartement, cette vitalité étant éprouvée par inhalation.

Les recherches de Schill et Fischer, di Toma, Galtier (1888 à 1901), Cadéac et Mallet (1888), Stone, Savitzky et Peterson (1900) indiquent une vitalité variant de 3 mois à 3 ans. Mais ces résultats sont contredits par de Renzi (1894) et Migneco (1895), lesquels, exposant des crachats secs à la lumière du jour, voient exceptionnellement la vitalité persister plus de

(¹) *Thèse de doctorat*, Paris, avril 1910, p. 67.

(²) *Archives des Sciences physiques et naturelles*, t. XXXIII, Genève, 1912.

24 heures; par Bruno Heymann (1901) qui fixe la vitalité à 3 jours à la lumière ordinaire et à 7 à 18 jours à l'obscurité; par Kirstein (1905) qui indique une vitalité de 4 à 7 jours; enfin, tout récemment, par les professeurs Jousset (1901-1902) et Cadéac (1905-1907).

Le Dr Jousset déclare qu'une exposition de 48 heures à la lumière solaire ou à la lumière diffuse est « nécessaire et suffisante » pour stériliser les crachats tuberculeux. Sans fixer de délai, M. Cadéac émet l'opinion que « les poussières très mobilisables sont des poussières inertes » et il confirme la théorie de Flügge comme mode de contagion.

Mais comment concevoir alors les résultats positifs obtenus par Cornet (1888) après 2 jours de dessiccation et ceux plus récents publiés par Kuss (1908)?

En présence de ces diverses contradictions, il m'a paru impossible de conclure. Aussi, ayant cherché à résoudre le problème de la contagion naturelle par les particules sèches ou liquides, ai-je dû au préalable déterminer la vitalité du bacille. J'ai fait connaître une partie de mes résultats par inoculation au dernier Congrès de la Tuberculose; je suis en mesure de les compléter aujourd'hui et d'y ajouter la connaissance de la vitalité par inhalation.

Méthode expérimentale. — Voulant que mes conclusions fussent applicables à l'homme et à l'étude de la contagion, j'ai opéré presque uniquement avec le crachat bacillaire humain. Celui-ci était déposé en gouttes séparées, de 70^{mg} environ, sur des plaques de verre; chaque goutte était étalée sur une surface de 1^{cm^2} au plus; les lames de verre portant un certain nombre de ces gouttes étaient ensuite placées dans une vitrine de mon laboratoire, soit à la lumière totale de l'appartement, soit à la lumière atténuée par l'abri d'un panneau en bois, soit à l'obscurité complète en les renfermant dans une boîte en bois, soit enfin dans l'étuve à 37° et à la lumière diffuse. Dans d'autres recherches, le virus fut déposé dans les mêmes conditions sur des linges de coton ou sur du drap.

A l'étuve, la dessiccation demandait 1 heure au plus, mais dans la vitrine elle exigeait environ 24 heures.

D'autres essais ont été faits avec de la matière caséeuse bovine.

Tout d'abord, ignorant la différence d'activité par inoculation et par inhalation, je fis subir l'inhalation de virus frais, puis de virus sec depuis 10, 20, 30 et 40 jours, à des séries de 10 cobayes. Cette inhalation avait lieu par pulvérisation liquide après délayage du produit sec; des cobayes étaient inoculés sous la peau avec la suspension à pulvériser et chacun d'eux recevait ainsi environ 500000 bacilles. L'inhalation du même virus frais me fournissait un autre élément de comparaison.

Constatant ainsi que la vitalité par inhalation n'atteignait pas le dixième jour, je fus amené à faire d'autres séries au-dessous de ce délai.

Résultats expérimentaux. — La vitalité des bacilles desséchés dans les conditions de l'appartement, à la température de 15° à 20° et à la lumière diffuse, éprouvée par inoculation, a été trouvée égale à 30 ou 40 jours au plus. Pendant l'hiver, à 10°-15°, elle atteignit le 50e jour.

Entre la vitalité à la lumière diffuse et celle observée à l'obscurité complète, la différence est faible; dans ce dernier cas, la résistance du bacille a été de 60 jours.

Par contre, la vitalité décroît rapidement quand la température augmente; dans l'étuve, à 37°, la virulence est totalement perdue en 15 jours. Dans ces limites, la température n'agit vraisemblablement qu'en rendant la dessiccation plus parfaite.

Le virus actif par inoculation après 10, 20, 30 jours, était inoffensif par inhalation au cobaye à partir du 10e jour inclus et à dose considérable. La vitalité par inhalation diminue dès le premier jour; par rapport à celle du virus frais, l'activité du produit sec est approximativement de $\frac{1}{3}$ après 24 heures, $\frac{1}{7}$ après 48 heures, $\frac{1}{18}$ après 5 jours, $\frac{1}{30}$ après 7 jours, et nulle le 10e jour. Les mêmes résultats ont été obtenus avec le virus séché sur des linges et respiré à l'état pulvérulent par brossage ou simple agitation des dits linges.

Dans l'étuve à 37°, la vitalité par inhalation est totalement perdue en 4 jours.

A partir de l'innocuité par inhalation, le bacille donne des tuberculoses de plus en plus atténuées, par inoculation au cobaye, jusqu'à la perte complète de la virulence.

Conclusions. — Ces recherches nous montrent que, dans les conditions normales, même chez le cobaye, la contagion par inhalation exige un virus pleinement actif; en effet les tubercules obtenus jusqu'au 7e jour sont identiques à ceux que donne le virus frais, et les tuberculoses atténuées ne sont pas réalisables par inhalation.

Le bacille inhalé, arrivant dans le poumon par unités isolées, est phagocyté si sa virulence est insuffisante; par inoculation, au contraire, déposant en un seul point quelques centaines de milliers de bacilles, la défense locale est mise en échec et la maladie évolue.

La vitalité par inhalation est assez prolongée néanmoins pour faire craindre la contagion par les particules sèches si le crachat n'est pas recueilli et détruit.

Cette perte relativement rapide du pouvoir infectant par inhalation chez

le cobaye, et à plus forte raison chez l'homme, permet de conclure que *la désinfection domiciliaire comme moyen prophylactique, laquelle soulève certaines difficultés d'exécution, peut avantageusement être remplacée par les prescriptions nécessaires à l'égard des expectorations.*

M. DE BOISSOUDY adresse un Mémoire intitulé : *De l'association moléculaire dans les gaz.*

(Renvoi à l'examen de M. E. Branly.)

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

Ph. v. T.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 19 AOÛT 1912.

Campagne arctique de 1907, sous la direction du Duc D'ORLÉANS : *Cœlentérés du fond*, par le Dr HJALMAR-BROCH, et *Bryozoaires*, par O. NORDGAARD. Bruxelles, 1912; 2 fasc. in-4°.

Unionisme : Essai de socialisme rationnel, par CH. MICHELET et JOËL MORIN. Montluçon, 1912; 1 vol. in-8°.

Portraits et caractères annamites, par le Lieutenant d'infanterie coloniale CH. MARTIN SAINT-LÉON. Hanoï, 1912; 1 fasc. in-8°.

Le régime juridique des Associations internationales. (Extrait de *La Vie internationale*, 1912, fasc. 4.) Bruxelles, 1912; 1 opuscule in-8°.

Year Book of the Michigan College of Mines, 1911-1912 : *Announcement of courses for* 1912-1913. Houghton, Michigan, 1912; in-12.

Report of the Commissioner of education for the year ended june 30, 1911; t. II. Wahsington, 1912; 1 vol. in-8°.

Ministero di Agricoltura e Commercio. Atti del Consiglio superiore di Statistica : sessione del luglio 1910. Roma, 1912; in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 26 AOÛT 1912.

The Record of the ROYAL SOCIETY *of London*, 3e édition. (Hommage de la Société Royale de Londres.)

The signatures in the first Journal-book and the Charter-book of the ROYAL SOCIETY, being a facsimile of the signatures of the Founders, Patrons and Fellows of the Society, from the year 1660 down to the present time. (Hommage de la Société Royale de Londres.)

Cinquanta anni di storia italiana, MDCCCLX-MDCCCCX, publié par la REALE ACCADEMIA DEI LINCEI. Tome III et dernier. (Hommage de M. Blaserna.)

Mémoires de la Société d'Agriculture, Commerce, Sciences et Arts du département de la Marne, 2e série, t. XIII; 1909-1910. Châlons-sur-Marne, 1911; 1 vol. in-8°.

Mémoires de l'Académie nationale des Sciences, Arts et Belles-Lettres de Caen. Caen, 1911; 1 vol. in-8°.

Rapports du Conseil départemental d'Hygiène publique et de Salubrité et des Commissions sanitaires du département de l'Eure, année 1911. Évreux, 1912; 1 broch. in-8°.

Réflexions de Mécanique générale sur l'Univers et la Matière. Réfutation mathématique des lois de Newton, par E. MARCHAND-BEY, ingénieur civil. Chatou, 1912; 1 broch. in-8°.

Rapport sur un groupe de 35 *enfants débiles et arriérés à l'effet de les améliorer*, par le Dr RICARDO LYNCH. Buenos-Aires, 1911; 1 vol. in-4°.

Report of the Solar eclipse expedition to Vavan, Tonga Islands, april 29, 1911. London, 1912; 1 vol. in-4°.

Observaciones en la mina Aguila (5200m) *del* 26 *abril hasta el* 12 *de septiembre de* 1909; nos 1 et 2, par WALTER KNOCHE. Santiago de Chile, 1911; 1 vol. et 1 fasc. in-4°.

1912

DEUXIÈME SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME 155.

N° 10 (2 Septembre 1912).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1912

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Toute Note manuscrite d'un Membre de l'Académie ou d'une personne étrangère ne pourra paraître dans le *Compte rendu* de la semaine que si elle a été remise le jour même de la séance.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Les *Comptes rendus* ne reproduisent pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin ; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* ne contiennent ni planches, ni figures.

Dans le cas exceptionnel où des figures seraient autorisées, l'espace occupé par ces figures comptera pour l'étendue réglementaire.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

ACADÉMIE DES SCIENCES

SÉANCE DU LUNDI 2 SEPTEMBRE 1912.

PRÉSIDENCE DE M. P. APPELL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MINÉRALOGIE. — *L'origine du quartz transparent de Madagascar.* Note de M. A. LACROIX.

L'une des questions que je m'étais proposé d'étudier à Madagascar consistait dans la recherche de l'origine du quartz hyalin (cristal de roche) qui, depuis le XVII[e] siècle, est exporté de la Grande Ile pour les besoins de l'ornementation et de l'optique et qui, par sa limpidité, peut rivaliser avec celui du Brésil. Les grandes collections publiques possèdent des cristaux nets de ce quartz pesant plus de 100^{kg}, ainsi que des blocs énormes dépourvus de forme géométrique, tout en présentant une limpidité et une blancheur comparables à celles du verre le plus pur.

Avant l'occupation française, le principal centre d'exportation était Vohemar, sur la côte Nord-Est; c'est pourquoi ce quartz est souvent indiqué comme provenant de cette localité, alors qu'en réalité il est roulé par la plupart des fleuves de la partie ancienne de l'île, notamment par ceux de sa côte orientale. Dans son *Histoire de Madagascar* (1658), Flacourt indique sur sa carte que le cristal de roche était recherché, de son temps, dans la région située vis-à-vis l'île Sainte-Marie.

Dans la Note par laquelle il a résumé (¹) les observations géologiques qu'il a faites pendant ses quarante ans de séjour à Madagascar, le R. Baron indique qu'il n'a pu se procurer aucun renseignement sur le gisement géo-

(¹) *The Antananarivo Annual* 1899, p. 370.

logique précis de ce quartz et il émet l'hypothèse qu'il provient de cavités du basalte.

Cette opinion n'est pas justifiée; on trouve bien dans les roches basaltiques, qui abondent dans toute la région sédimentaire de l'île, c'est-à-dire dans sa partie occidentale, depuis la pointe de Bavatobé jusqu'à l'Onilahy, une grande quantité de concrétions siliceuses; mais ce sont des nodules de calcédoine ([1]); pouvant atteindre la grosseur de la tête, ils sont généralement creusés de cavités, que tapissent des mamelons calcédonieux ou des cristaux de quartz. Ces derniers, souvent limpides et hyalins, quelquefois améthystes, sont toujours de petite taille, généralement dépourvus de prisme et réduits à un pointement birhomboédrique; ils ne ressemblent donc pas à ceux qui m'occupent ici.

Les gros cristaux de quartz transparents peuvent avoir trois origines différentes que j'ai cherché à préciser sur place :

1° J'ai indiqué, dans une Note précédente, que les pegmatites renferment parfois des cryptes à cristaux, parmi lesquels se trouve le quartz. Dans les pegmatites potassiques ([2]), les cristaux de ce minéral atteignent souvent un décimètre; ils sont parfois incolores, quelquefois améthystes. A Ambohibé (sud-ouest de Betafo), l'améthyste, accompagnée de grands cristaux de microcline, forme de remarquables groupements à axes parallèles; les cristaux les plus teintés sont orientés en grand nombre sur d'autres de même forme, mais plus gros, blancs, gris ou enfumés. Cette structure est assez commune dans le quartz de ce genre de gisement.

C'est surtout dans les pegmatites lithiques qu'abondent les beaux cristaux de quartz, qui peuvent dépasser 30^{cm} de longueur; assez rarement tout à fait incolores, ou très enfumés, ils sont le plus souvent jaunâtres; à Maharitra, ils présentent fréquemment des particularités intéressantes de cristallogenèse. Sur un cristal, par ailleurs très régulier, une face rhomboédrique a cessé de s'accroître par suite d'un apport insuffisant de matière;

([1]) On y trouve aussi toutes les variétés possibles de quartz compact à structure cryptocristalline; elles sont souvent richement colorées en jaune, en brun, en rouge (jaspe), en vert (plasma); il existe aussi des variétés de quartz prase. Il serait probablement possible, dans certains gisements, de tirer parti de ces minéraux, qui ne sont pas inférieurs à ceux de l'Uruguay ou de l'Inde.

([2]) Le quartz normal de ces pegmatites à béryl présente souvent une belle couleur rose, qui rend son utilisation possible pour l'ornementation ou la bijouterie commune. Cette couleur disparaît ou s'atténue sous l'influence de l'insolation, mais elle ne s'observe qu'au voisinage des affleurements, elle disparaît rapidement en profondeur.

elle est restée en creux; elle est souvent recouverte de petits cristaux de divers autres minéraux.

D'autres cristaux sont encapuchonnés; une interruption dans la cristallisation du quartz a permis à diverses espèces minérales (albite, rubellite) de s'implanter sur sa surface, puis plus tard il s'est produit une reprise de la cristallisation du quartz, à travers les faces duquel on peut voir les minéraux étrangers emprisonnés.

Les cristaux de quartz des pegmatites sont de formes très simples, leurs faces sont très éclatantes; je ne crois pas qu'ils entrent pour une proportion importante parmi ceux que roulent les rivières.

2° A Ampangabé, près Miandrarivo, se trouve, dans les schistes cristallins, au voisinage de la pegmatite à béryl, un véritable filon de quartz, dont la matière n'est pas plus ou moins laiteuse, comme celle des filons les plus habituels; elle est d'une limpidité et d'une blancheur remarquables. Au lieu d'être constitué par la réunion de cristaux de petite taille, ce quartz est formé par des individus cristallins de dimension colossale, mais sans forme géométrique extérieure, de telle sorte qu'il est possible d'en extraire des blocs ayant une orientation optique homogène. Cette particularité paraît d'ailleurs fréquente à Madagascar; c'est ainsi qu'en allant du lac Alaotra à la côte orientale par la forêt, j'ai rencontré, près d'Imerinandroso, des filons d'un quartz rose, hyalin par places, mais qui, dans d'autres cas, montre, grâce à la disposition régulière du pigment coloré, que les dimensions des éléments constitutifs sont extraordinairement grandes [1].

Le quartz d'Ampangabé ne diffère en rien des plus beaux spécimens de cristal de roche des rivières; comme eux, il présente localement des traînées d'inclusions liquides, avec bulle gazeuse assez grosse pour être vue à l'œil nu. Enfin, il renferme çà et là de très grands cristaux d'épidote, des paillettes de ripidolite. Ce filon est en relation génétique avec la pegmatite voisine, dont le quartz, bien que non transparent, est aussi constitué par d'énormes individus cristallins, et cette parenté explique la présence dans les blocs de quartz limpide d'autres provenances (Mangily, dans la vallée de la Loky, par exemple) d'aiguilles de tourmaline, de lames de muscovite ou encore (sud-ouest de Betafo) de réseaux de longues aiguilles de rutile d'un blond doré (cheveux de Vénus).

---

(1) Dans le massif du mont Bity, j'ai rencontré des filonnets d'un quartz présentant cette même structure, mais il n'est que translucide et possède une teinte laiteuse rappelant celle de certaines opales.

Le filon d'Ampangabé ne renferme pas de véritables géodes, mais son quartz transparent présente des fissures couvertes de ces curieuses formes d'accroissement en relief, ou de ces cavités limitées par des faces planes ou courbes, se rencontrant à la surface de certains cristaux de Guttanen et dont Vom Rath a décrit un échantillon provenant de Madagascar [1]; c'est probablement d'un filon de ce genre que proviennent des cristaux à formes distinctes, rencontrés aux environs de Betafo, dont les faces très éclatantes sont couvertes de figures d'accroissement compliquées, qui seront décrites ultérieurement par mon assistant, M. P. Gaubert, qui fait une étude spéciale de cette question.

3° Dans les provinces d'Antsirabé et d'Ambositra, il existe des gisements en place, qui fournissent actuellement la plus grande partie du quartz transparent exporté de l'île; ils se trouvent tous dans les quartzites du complexe sédimentaire métamorphique traversé par les pegmatites gemmifères. Les cristaux de quartz tapissent de vastes cryptes, généralement irrégulières, parfois distribuées en chapelets, toujours localisées dans les joints de stratification; on peut les considérer comme des renflements de veinules quartzeuses, n'ayant souvent en dehors d'elles qu'une existence virtuelle; c'est une production hydrothermale, peut-être contemporaine du métamorphisme des quartzites par le granite. Il est intéressant de noter que les grands gisements de quartz hyalin exploités au Brésil, dans la province de Minas Geraês, et ceux des Crystals Mountains, dans l'Arkansas, se trouvent dans les mêmes conditions géologiques.

Les cristaux de ces cryptes ont des dimensions variées; il s'en trouve ayant plusieurs décimètres de longueur; dans une même crypte, ils présentent le même aspect. A l'inverse de ceux des gisements précédents, ils ne sont accompagnés d'aucun autre minéral et leurs faces sont souvent ternes. Ils sont implantés perpendiculairement ou obliquement à la paroi, mais se trouvent souvent détachés et enveloppés dans de l'argile. Les cristaux bipyramidés ne sont pas rares; j'ai examiné plusieurs tonnes de ces cristaux, toujours simples de forme, sans y trouver de particularité cristallographique digne d'être notée.

La plus grande partie des cristaux des éluvions et des alluvions me paraissent provenir de gisements de ce type, mais d'après la constitution

---

[1] Les faces planes sont formés par e^2 $(10\bar{1}0)$ et ξ $(11\bar{2}2)$, les faces courbes par le scalénoèdre $(8\bar{1}\bar{9}7)$: j'ai moi-même étudié un échantillon analogue provenant de Kandreho.

géologique des régions d'où ils proviennent, il est vraisemblable que les cryptes à cristaux ne sont pas localisées partout dans des quartzites; il doit en exister aussi dans les granites et les gneiss, où elles ont sans doute une allure plus nettement filonienne, mais cette hypothèse reste à démontrer; le temps m'a manqué pour en chercher la vérification.

En résumé, on voit que l'origine du quartz hyalin de Madagascar est complexe, mais qu'en réalité il n'y a que deux genres de gisements qui puissent fournir en quantité notable ce minéral assez transparent pour être utilisable dans l'industrie. Ce sont tout d'abord les filons du type Ampangabé, en relation directe avec le magma granitique et fournissant essentiellement des blocs dépourvus de formes géométriques, mais ce sont surtout les productions drusiques d'origine hydrothermale riches en cristaux à faces nettes. Tous ces gisements sont localisés dans la partie de l'île constituée par des formations anciennes, éruptives ou métamorphiques.

Pour compléter ce qui concerne le quartz de Madagascar, il me reste à parler d'un type de filon, dans lequel il existe une quantité prodigieuse de cristaux de ce minéral, mais ceux-ci sont toujours petits, blancs et opaques et par suite sans utilisation possible. Je veux parler des filons, qui abondent dans le nord de l'île, à la bordure des schistes cristallins et des assises triasiques, et qui traversent l'une et l'autre de ces formations. Souvent stériles, au point de vue métallifère, ils sont richement aurifères dans la région d'Andavakoera. Ils remplissent d'étroites cassures, mais au lieu d'être formés par du quartz compact, comme le sont en général les filons aurifères, ils sont constitués par des prismes quartzeux accolés, implantés perpendiculairement à chacune des parois des fissures. La section d'un semblable filon ou filonnet constitue une sorte de mâchoire, garnie de pointements birhomboédriques, quelquefois accolés bout à bout, quelquefois libres quand le remplissage de la fente a été incomplet (1). L'or, très argentifère, est toujours cristallisé et localisé à la racine de ces cristaux de quartz, c'est-à-dire près des épontes, ou entre les pointements libres des cristaux de quartz, dont la masse principale est stérile. Le métal précieux constitue dans ce dernier cas, avec de petits cristaux de quartz disposés

(1) Parfois encore le remplissage est constitué, comme dans d'autres filons dépourvus d'or de la même région, par de la barytine laminaire accompagnée ou non de sulfures (galène, blende, chalcopyrite, pyrite): cette barytine ne renferme en général pas d'or, sauf dans un seul gisement où deux filons distincts accolés contiennent l'un de l'or, l'autre de l'argent natifs englobés par ce minéral.

sans ordre, un agrégat miarolitique, dans les cavités duquel se distinguent de petits cristaux d'or, allongés suivant un axe ternaire.

A l'inverse de tous les cristaux des gisements précédents, qui sont homogènes, ou tout au moins formés par des groupements à axes rigoureusement parallèles de plusieurs individus, les cristaux de quartz de ces filons ont une structure hétérogène. Un cristal, taillé parallèlement à son axe vertical et examiné en lumière polarisée parallèle, montre une partie centrale à extinction uniforme, tandis que sa périphérie présente des extinctions moirées, dues à ce qu'elle est constituée par le groupement de cristaux élémentaires, imparfaitement parallèles, mais disposés d'une façon régulière (en éventail) par rapport aux faces hexagonales de l'assemblage général. C'est cette structure, indice d'une cristallisation rapide, jointe à un très grand nombre d'inclusions liquides de forme capricieuse, qui donne à ce quartz son opacité et sa teinte laiteuse.

CORRESPONDANCE.

Le **Président**, le **Comité directeur** et les **Membres de la Société de Géographie du Chili** adressent à l'Académie l'expression des vifs regrets qu'ils ont éprouvés à la mort de *Henri Poincaré*.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Filaments, alignements et protubérances solaires.* Note de M. **A. Riccò**, présentée par M. Deslandres.

L'observation spectroscopique des protubérances solaires, prolongée pendant la journée et faite plusieurs jours de suite au même point du bord solaire, prouve que souvent ces phénomènes persistent pendant de longues périodes de temps, quoiqu'on ne puisse pas le suivre d'une manière continuelle, puisque l'observation spectroscopique ordinaire ne révèle les protubérances que sur les bords mêmes du Soleil.

Mais le spectrohéliographe donne non seulement les images des protubérances au bord solaire, il donne aussi des marques de la présence des protubérances sur le disque même, sous la forme de ces objets intéressants et nouveaux qui ont été étudiés systématiquement par M. Deslandres et ses élèves à l'Observatoire de Meudon, et appelés par lui *filaments* et *ali-*

gnements. Ces objets dérivent de l'absorption exercée par les parties moins chaudes et plus élevées des protubérances sur la lumière de la photosphère.

Je pense qu'à cause de la grande importance qu'aurait l'observation continuelle des protubérances, il convient de mettre en évidence les relations qui existent entre les protubérances et les filaments et alignements.

Je dirai tout de suite qu'il n'est pas possible de faire cela d'une manière rigoureuse et complète, parce qu'il faudrait pouvoir compter sur la persistance des protubérances, qui n'a pas lieu toujours. Pourtant, considérons les points suivants :

1. Les Tables publiées par la *Società degli Spettroscopisti italiani*, où les bords solaires, observés au spectroscope dans plusieurs Observatoires italiens et étrangers, sont disposés en lignes les unes sous les autres pour les jours successifs, peuvent être considérées comme donnant les protubérances à leurs latitudes et par longitudes héliographiques différentes de 13° ou 14° environ, à cause de la rotation diurne du Soleil.

Admettant la persistance des protubérances pendant plusieurs jours, on peut se figurer que les observations quotidiennes successives d'une protubérance à peu près au même point du bord donnent des sections, ou profils méridiens de la protubérance; et de la position et de l'étendue de ces sections, on peut se faire une idée de l'allure et de la longueur de la série de protubérances observée.

Or il est facile de voir ainsi que les protubérances n'occupent pas des aires développées en tous sens, mais qu'elles sont disposées en rangées, le plus souvent selon les parallèles, parfois suivant les méridiens solaires, ou même dans une direction oblique, et même variable, de manière à former des courbes.

Comme les protubérances au bord ordinairement ont une largeur, ou base, de quelques degrés seulement, tandis que la longueur des files persistantes pendant plusieurs jours doit être de plusieurs dizaines de degrés, il en résulte que les projections des protubérances sur le disque doivent avoir la forme de bandes ou filaments.

2. Les belles *Cartes héliographiques* de M. le professeur A. Wolfer, directeur de l'Observatoire de Zurich [1], où sont représentées avec leurs

[1] *Publicationen der Sternwarte des Eidg. Polytechnicums zu Zürich*, t. I et suiv.

latitudes et longitudes les taches, les facules, les protubérances, donnent un résultat analogue, et même plus évident, grâce à la simplicité de la représentation schématique des protubérances par des traits de longueur proportionnelle à la base, de manière que ces traits soient vraiment les projections des sections méridiennes des protubérances. Et si l'on réunit avec une bande noire les sections que l'on considère comme appartenant à une même protubérance, on obtient des figures qui ont une certaine ressemblance avec les filaments et alignements, comme on peut le voir sur les planches du magnifique Tome IV des *Annales de l'Observatoire de Meudon.*

Et si, pour avoir une représentation du Soleil géométriquement égale à celle donnée par la photographie, on passe du mode de projection de M. Wolfer (convenable pour son but) à la projection orthogonale sur le grand cercle perpendiculaire au rayon visuel, on constate une ressemblance encore plus grande entre les rangées des protubérances et les filaments et alignements.

J'ai fait cette transformation pour les protubérances de l'hémisphère solaire tournées vers la Terre, le 4 juin 1893 (planche II de M. Wolfer) : la figure ci-contre en est une reproduction; et l'on voit que l'allure des files des protubérances est très semblable à celle des filaments et alignements des planches de M. Deslandres.

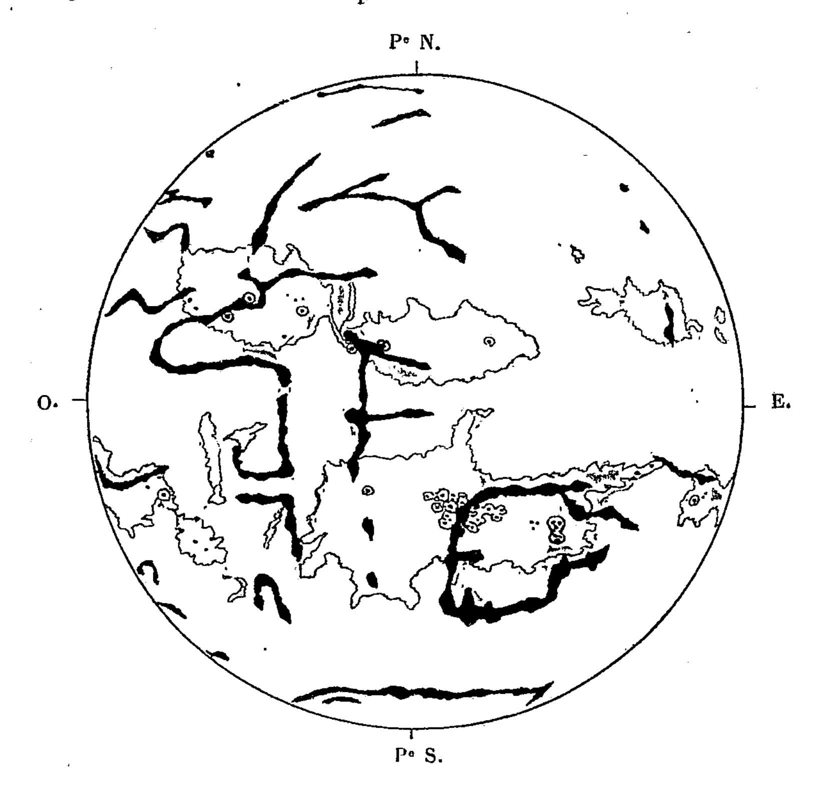
3. Dans nos observations spectrales quotidiennes des protubérances, on peut trouver facilement les protubérances qui correspondent à tous les filaments et alignements des planches de M. Deslandres qui sont assez remarquables pour qu'on puisse les saisir avec sûreté. Les quelques manques de correspondance peuvent s'expliquer avec la supposition que la protubérance n'était pas encore formée au moment de l'observation du bord est, ou qu'elle était déjà disparue à l'observation du bord ouest.

4. M. Deslandres a obtenu souvent des filaments disposés autour des pôles solaires; certainement ils correspondent aux zones des maxima secondaires des protubérances qui ont eu lieu à des latitudes héliographiques très élevées. La figure ci-après montre une file de protubérances tout autour du pôle sud et quelques-unes aussi autour du pôle nord du Soleil.

5. M. Deslandres dit (et on le voit sur ses planches) que les filaments et alignements n'ont pas de relation intime avec les taches, que parfois ils entourent, et avec les facules que parfois ils traversent. Les observations

solaires que nous poursuivons depuis 30 à 40 ans nous ont convaincu qu'il n'y a pas de relation entre les protubérances (non éruptives) et les taches et facules. M. Wolfer est aussi de cet avis [1] et ses Cartes héliographiques le prouvent avec toute évidence.

Sur la figure ci-dessous sont représentées aussi les taches et les facules et



l'on voit que les files de protubérances ont, en regard des taches et des facules, une allure analogue à celle trouvée par M. Deslandres pour les filaments et les alignements.

En conclusion il y a une relation entre les protubérances et les filaments et les alignements, comme l'ont affirmé M. Deslandres et d'autres observateurs, de sorte que les filaments et les alignements peuvent servir à reconnaître l'existence et la disposition des protubérances sur le disque solaire, et en étudier la rotation, ce que jusqu'à présent on ne pouvait pas faire.

(1) *Publicationen der Sternwarte des Eidg. Polytechnicums zu Zürich*, t. I et suiv.

Mais les filaments et les alignements ne sont pas exactement les projections sur le disque solaire des protubérances, parce que les premières sont des images d'absorption, tandis que les secondes sont des images d'émission, et les parties des protubérances douées d'une plus grande absorption ne sont pas les mêmes qui sont douées d'une émission plus forte. Pour cette raison il peut se faire aussi que la position du filament ne coïncide pas exactement avec la position de la protubérance qui le produit. M. Deslandres a eu l'habileté d'obtenir sur la même plaque, avec la même pose, les filaments et alignements, et les protubérances correspondantes sur le bord. Or sur certaines épreuves on voit que la protubérance ne coïncide pas avec le bout de l'alignement qui arrive jusqu'au bord: la protubérance se voit à côté. Cela peut s'expliquer par les différences déjà invoquées entre la lumière émise et la lumière absorbée, et en outre par ce fait, qui peut se vérifier assez souvent, que la partie de la protubérance, qui est vue plus haute, se trouve en deçà ou au delà du bord, quoiqu'elle s'élève vraiment sur le filament.

Il sera donc d'une grande importance d'étudier les détails de la relation des protubérances avec les filaments et les alignements; et cette étude ne manquera pas de résulter des recherches importantes qui sont une spécialité de l'Observatoire de Meudon.

RADIOACTIVITÉ. — *Sur les charges électriques transportées par les rayons α et β.* Note (1) de MM. **Jean Danysz** et **William Duane**, présentée par M. Villard.

Nous nous sommes proposés de déterminer les charges électriques transportées par les rayons α et β d'un curie d'émanation du radium en équilibre avec les radiums A, B, C. Comme source radioactive nous avons employé une bulle d'émanation d'environ $0^{mm^3},5$ refoulée par du mercure à la partie supérieure d'une petite sphère en verre à paroi mince (2) ($0^{mm},01$ environ) et d'environ 14^{mm^3}.

Au moyen d'écrans percés d'ouvertures circulaires, nous limitons un faisceau bien déterminé de rayons représentant une fraction connue (0,00400) de l'ensemble des rayons émis dans toutes les directions; la charge trans-

(1) Présentée dans la séance du 19 août 1912.

(2) De telles sources radioactives ont déjà été employées par MM. Duane et Lind.

portée par ce faisceau, reçue dans un cylindre de Faraday, est mesurée au moyen d'un quartz piézo-électrique soigneusement étalonné. La source des rayons ainsi que le cylindre de Faraday sont enfermés dans une boîte métallique où nous réalisons un vide élevé (moins de $0^{mm},0001$ de mercure) et placés entre les pôles d'un électro-aimant dont les lignes de force sont normales à la direction du faisceau.

Nous déterminons la charge électrique reçue par le cylindre de Faraday en l'absence de tout champ électrique et en faisant croître le champ magnétique de 0 à 8000 gauss. Nous trouvons ainsi un courant électrique positif variant de la manière suivante : jusqu'à environ 60 gauss il diminue rapidement; de 60 gauss à 120 gauss il se maintient constant, pour croître ensuite jusqu'à une limite qu'il atteint aux environs de 2500 gauss; il se maintient ensuite constant jusqu'aux champs les plus forts que nous ayons réalisés (8000 gauss). Des expériences particulières nous ont montré que la partie de la charge supprimée par les champs faibles (jusqu'à 60 gauss) est due aux rayons δ secondaires produits par les rayons α; la charge correspondant au minimum de la courbe représente la différence arithmétique entre la charge des rayons α et celle des rayons β. A partir de 120 gauss la charge positive augmente en raison de la suppression progressive des rayons β et finalement la partie saturée de la courbe donne la charge des rayons α. Les résultats numériques que nous avons obtenus sont rassemblés dans le Tableau ci-dessous :

Expérience I. — Juillet. — Fraction des rayons mesurée : 0,00400.

1. Date. — Jour et heure.	2. Épaisseur des feuilles en millim.	3. Émanation en curie.	4. Charge par seconde u. e. s.	5. Courant par curie *u.e.s.*	6. Rapport entre les charges — et +.
20-22	Rien	0,0623	0,0217	0,349	0,53
20-24	Rien	0,0604	0,0215	0,356	0,54
21-10	Rien	0,0562	0,0207	0,369	0,54
22-18	Battue	0,0441	0,0163	0,370	0,63
23-10	Battue	0,0391	0,0142	0,364	0,64
23-14 ½	Rien	0,0379	0,0138	0,364	0,60
23-16	0,004	0,0365	0,0134	0,367	0,60
24-14 ½	0,004	0,0314	0,0112	0,357	0,67
24-16 ½	Rien	0,0311	0,0112	0,360	0,61
25-10	Rien	0,0273	0,00985	0,361	0,58
25-16	0,004	0,0261	0,00945	0,362	0,71
25-18	0,004	0,0257	0,00935	0,364	0,73
26- 0	Battue	0,0246	0,00860	0,350	0,63
26-10	Battue	0,0228	0,00795	0,349	0,60

Expérience II. — Août. — Fraction des rayons mesurée : 0,00400.

7. Date. — Jour et heure.	8. Épaisseur des feuilles en millim.	9. Émanation en curie.	10. Charge par seconde u. e. s.	11. Courant par curie. *u.e.s.*	12. Rapport entre les charge — et +.
3-17	Battue	0,0465	0,0178	0,383	0,65
3-22 ½	0,004	0,0446	0,0167	0,374	0,66
4-10	0,004	0,0409	0,0148	0,362	0,66
4-18	Rien	0,0386	0,0136	0,352	0,57
5-11 ½	Rien	0,0338	0,0120	0,355	0,54
5-20	0,004	0,0317	0,0119	0,375	0,69
6-17 ½	0,004	0,0269	0,0100	0,372	0,67
6-22 ½	Battue	0,0259	0,00980	0,377	0,70
7-11 ½	Battue	0,0237	0,00870	0,367	0,68
7-18	Battue	0,0223	0,00800	0,358	0,67
8-11 ½	Battue	0,0198	0,00685	0,346	0,66
8-18	Battue	0,0188	0,00660	0,351	0,63
9-14 ½	Battue	0,0161	0,00610	0,378	0,65
10-11 ½	Battue	0,0137	0,00525	0,383	0,66

Dans les colonnes 2 et 8 nous indiquons les épaisseurs des feuilles d'alu-

minium avec lesquelles nous avons recouvert l'ouverture circulaire qui limitait le faisceau de rayons mesuré. Il est important d'observer que les charges reçues par le cylindre de Faraday et rapportées à 1 curie (colonnes 5 à 11), ne sont pas modifiées par l'interposition de feuilles de $0^{mm},004$ d'épaisseur, et nous en concluons que toutes les particules α projetées verticalement vers le haut sortent de la sphère.

La quantité d'émanation présente dans la sphère (colonnes 3 et 9), était déterminée par la méthode des rayons γ en utilisant un étalon de radium du laboratoire de Mme Curie, comparé très soigneusement avec l'étalon international.

Nous déduisons de ces expériences que la charge électrique emportée par les rayons α de 1 curie d'émanation en équilibre avec les radiums A, B, C est 90,8 unités électrostatiques par seconde, ce qui est presque 3 fois la charge (31,6) trouvée antérieurement par Rutherford pour le radium C seul en équilibre avec 1 curie d'émanation.

On peut déduire de cette constante les valeurs de constantes importantes: en premier lieu le volume d'un curie d'émanation, que nous évaluons à $0^{mm^3},595$ à 15° (la valeur moyenne trouvée directement pour ce nombre par Rutherford, Debierne et Ramsay est $0^{mm^3},60$); en second lieu le volume d'hélium dégagé par an par 1^{g} de radium en équilibre avec son émanation et les radiums A, B, C, que nous évaluons à 157^{mm^3} (valeur obtenue directement par Rutherford et Boltwood: 156^{mm^3}); ces calculs sont effectués en utilisant uniquement des constantes parfaitement connues, à savoir la constante électrolytique de Faraday et la constante de destruction de l'émanation. D'autres constantes telles que la vie du radium, la charge élémentaire peuvent être aussi évaluées, mais en utilisant des données connues avec moins de précision.

Les colonnes 6 et 12 contiennent les rapports observés entre la charge des rayons β et celle des rayons α. La valeur moyenne trouvée pour ce rapport est 0,63, ce qui indique l'émission de 3,8 particules β pour 3 particules α, en admettant que la charge d'une particule β est la moitié de celle d'une particule α. Or, des expériences et considérations spéciales nous obligent à conclure, d'une part, qu'une fraction de ces rayons β est due à la présence de la surface proche du mercure (rayons secondaires ou réfléchis), et d'autre part, que les faisceaux de vitesse inférieure à $1,8.10^{10}$ ne sortent de la sphère qu'en quantité négligeable. Il en résulte que le nombre des particules β produites par l'émanation en équilibre avec les radiums A, B, C est au moins de 3 et peut-être de 4 pour 3 particules α.

Enfin nous avons constaté, au cours de ces expériences, que les rayons β ne produisent pas de rayons secondaires lents de nature δ en quantité notable.

PHOTOCHIMIE. — *Étude de la loi d'absorption photochimique pour les réactions produites par les rayons ultraviolets.* Note (¹) de MM. **Victor Henri** et **René Wurmser**, présentée par M. Dastre.

Grotthus a montré en 1818 que « ce sont les rayons de couleur complémentaire à la couleur d'un corps qui provoquent des actions chimiques dans ce corps »; en énonçant cette loi générale qu'il appuyait sur un grand nombre d'exemples, Grotthus s'opposait de la façon la plus nette à l'idée de Wollaston (1802) devenue classique que les rayons les plus réfrangibles sont les rayons chimiques ou actiniques, tandis que les rayons les moins refrangibles sont caloriques. Cette « loi d'absorption photochimique » de Grotthus a été confirmée et précisée par un grand nombre d'auteurs (Draper, Herschel, Bunsen, Roscœ, etc.).

Au point de vue quantitatif, Lasareff a montré en 1906 que la loi d'absorption photochimique est une loi quantitative, c'est-à-dire qu'il y a proportionnalité entre la quantité d'énergie de rayonnement absorbée par un corps et la vitesse de l'action chimique produite; cette proportionnalité a lieu pour les différents rayons du spectre visible, le coefficient de proportionnalité étant indépendant de la longueur d'onde.

Pour les actions chimiques produites par les rayons ultraviolets, la question de savoir si la loi d'absorption photochimique s'applique ou non est encore en suspens. Quelques auteurs admettent que l'action photochimique pour les rayons ultraviolets est d'autant plus forte que la longueur d'onde est plus courte; au point de vue physique on cherche à expliquer cet écart de la loi d'absorption photochimique par les actions photoélectriques exercées par les rayons ultraviolets, ces dernières étant d'autant plus fortes que la longueur d'onde est plus petite.

Pour étudier comment varie l'action photochimique avec la longueur d'onde, il faut choisir des corps qui présentent des bandes d'absorption dans l'ultraviolet et qui laissent passer une certaine proportion de rayons ultraviolets extrêmes.

(¹) Présentée dans la séance du 5 août 1912.

Nous avons choisi comme premier exemple l'acétone. Une solution aqueuse à 5 pour 100, sous une épaisseur de 5^{mm}, absorbe les proportions d'énergie suivantes :

λ....................	3400	3250	3100	3047	3001	2981	2926	2881	2424
Proportions d'énergie absorbées en pour 100...	0	30	30	50	83	88	99,7	100	100
λ....................	2375	2360	2344	2321	2313	2288	2265	2195	2144
Proportions d'énergie absorbées en pour 100...	99,7	99,2	98	97	96	95	88	80	75

Nous avons suivi la vitesse de formation d'acides par les rayons ultraviolets en mesurant la conductibilité électrique de la solution d'acétone exposée. Comme source de rayons, nous avions choisi l'étincelle condensée de cadmium qui est riche en rayons intenses au-dessous de 2329.

En interposant des écrans différents, dont nous avons mesuré la perméabilité aux divers rayons ultraviolets par la photométrie de spectrogrammes, on arrive à isoler des régions assez étroites du spectre ultraviolet. Nous donnons, dans le Tableau suivant, les résultats pour cinq régions du spectre ultraviolet; la deuxième colonne indique les écrans employés, la troisième les raies du cadmium qui sont ainsi isolées, la quatrième les proportions de l'énergie transmise par les écrans pour chaque raie ; la cinquième colonne contient les vitesses des réactions photochimiques, c'est l'activité photochimique des différentes régions sur l'acétone. Enfin, en nous servant des nombres de Pflüger sur l'énergie des différentes raies du cadmium, nous avons rapporté l'activité photochimique à l'unité d'énergie des rayons contenus dans chacune des cinq régions de l'ultraviolet.

Régions.	Écrans.	Raies transmises.	Proportion d'énergie transmise en pour 100 par les écrans.	Activités photo-chimiques en valeur absolue.	Activités photo-chimiques rapportées à l'unité d'énergie.
A.	Verre $0^{mm},70$...........	λ > 2981	100 à 10	0,3	0,002
		2981	6		
B.	Différence entre le verre $0^{mm},70$ et le verre $0^{mm},14$.	2981	29	1,2	0,07
		2881	17		
		2837	17		
		2746	10		
C.	Différence entre l'albumine d'œuf à 2 p. 100 sous 5^{mm} et le verre $0^{mm},70$......	2573	24	1,2	0,11
		2470	20		

Régions.	Écrans.	Raies transmises.	Proportion d'énergie transmise en pour 100 par les écrans.	Activités photo-chimiques en valeur absolue.	Activités photo-chimiques rapportées à l'unité d'énergie.
D.	Différence entre la phénylalanine 0,8 p. 1000, 5^{mm} et le verre $0^{mm},70$......	λ > 2329	100 à 7	0,4	0,01
		2321	7		
		2307	8		
		2288	6,6		
		2265	1,4		
E.	Différence entre acétone, 5 pour 100, 5^{mm} et le verre $0^{mm},70$..........	2329	2	0,3	0,005
		2321	3		
		2313	4		
		2307	4		
		2288	5		
		2265	12		
		2195	20		
		2144	25		

Nous voyons que l'activité photochimique est la plus intense pour les régions B et C qui comprend les rayons de 2981 à 2470; or, c'est précisément dans ces régions du spectre que l'absorption par l'acétone est la plus forte. Par contre, les rayons ultraviolets extrêmes, au-dessous de 2329, agissent très faiblement sur la solution d'acétone; pour ces rayons, l'acétone est relativement transparent.

Conclusions. — Il existe un parallélisme tout à fait frappant entre la courbe d'absorption de l'acétone dans l'ultraviolet et l'activité chimique des différents rayons. La loi d'absorption photochimique s'applique à l'action des rayons ultraviolets sur l'acétone dissous dans l'eau. Nous avons donc dans cette réaction un exemple où les rayons ultraviolets extrêmes sont moins actifs que les rayons ultraviolets de longueur d'onde plus grande.

BOTANIQUE AGRICOLE. — *Sur les* Solanum Maglia *et* tuberosum *et sur les résultats d'expériences de mutations gemmaires culturales entreprises sur ces espèces sauvages*. Note de M. **Claude Verne**, transmise par M. Costantin.

Dans une précédente Communication (10 août 1911) M. Edouard Heckel a porté à la connaissance de l'Académie des Sciences les résultats complets qu'il a obtenus après trois années de culture à Marseille sur *Solanum Maglia* dont les tubercules sauvages provenaient du Chili.

Durant un voyage que j'ai fait l'an dernier dans le Chili, la Bolivie et le Pérou, je me suis appliqué, sur les indications de M. Heckel, à la recherche de plantes sauvages de *Solanum Maglia* et *tuberosum*. J'en ai rapporté une ample provision de tubercules, tous très petits et amers ou âcres, qui, malgré les soins dont j'entourai les récoltes, arrivèrent en France dans des conditions peu avantageuses. Partagés entre M. Heckel et moi, ces tubercules, ainsi qu'en témoignent les photographies jointes à cette Note, étaient flétris, ridés et très fortement vidés. Néanmoins, j'ai pu obtenir, par une culture appropriée, des résultats assez intéressants que je crois devoir communiquer à l'Académie.

Muni de la technique spéciale innovée par M. Heckel, et qui lui avait permis d'obtenir la mutation complète du *Solanum Maglia*, j'ai pu la faire suivre avec la plus scrupuleuse attention par M. Ginet, horticulteur du plus grand mérite à Gières (près Grenoble) dans l'établissement horticole qu'il y a fondé. Cette méthode consiste, on le sait, à traiter les tubercules par la superfumure, à l'exclusion de tout engrais chimique, avec un compost composé de divers fumiers de ferme d'origine différente. Cinq combinaisons de fumures intensives ont été employées, formées de fumiers d'équidés, d'ovidés, de ruminants et de gallinacés, avec exclusion de l'un d'eux dans quatre combinaisons pour dégager l'influence du fumier exclu, la cinquième étant formée par l'ensemble des quatre fumiers réunis. Si l'on désigne par A le fumier de ruminants, B celui d'équidés, C celui d'ovidés et D celui de gallinacés, on a les cinq combinaisons de compost suivantes qui ont été employées : ABCD (*fumier complet*) ; ABC (avec exclusion du fumier de gallinacés) ; ABD (avec exclusion du fumier d'ovidés) ; ACD (avec exclusion du fumier d'équidés) et BCD (avec exclusion du fumier de ruminants). Le compost était formé de 25 à 35 pour 100 de ce fumier complexe et de 65 à 75 pour 100 de terreau. Chaque fumier spécial était représenté en poids égal dans l'ensemble de chaque fumure. Les expériences ont commencé le 6 décembre 1911 à Gières sous bâches. Avant d'en donner les résultats, je dois faire connaître les localités où j'ai récolté les divers spécimens de tubercules de *Solanum* tubérifères pour bien établir leur identification, qui du reste a été confirmée par les caractères observés sur les plantes en fleur issues de ces tubercules. J'ajoute que les terres culturales employées étaient silico-argileuses.

A. Les *Solanum Maglia* ont été recueillis par moi au Chili : 1° à Zapalla (côte occidentale du Pacifique, long. ouest 71°,30 et lat. sud 32°,30), les

1er et 2 juin 1911 dans un sol sablonneux au voisinage de la mer et à une altitude variant de 150m à 200m, au fond et sur les bords de vallonnements de collines qui font face à la mer, spécialement dans les zones humides et au voisinage des buissons; 2° à Quillota, le 12 juin, sur la rive droite de la vallée de la Concagua, et dans les mêmes conditions telluriques que précédemment (71°18', long. ouest; 32°55', lat. sud; altitude : 250m). Dans ces deux localités, les plantes étaient abondantes et en pleine floraison (*corolle blanche*), elles ne portaient qu'un tubercule, rarement deux, dont la grosseur oscillait de celle d'une noisette à celle d'une noix et portés à l'extrémité de longs stolons.

B. Les tubercules de *Solanum tuberosum* ont été recueillis par moi en Bolivie et au Pérou, très loin de toute culture comme pour le *Solanum Maglia*. En Bolivie, mes récoltes se sont opérées aux environs de Viacha (4000m d'altitude) au-dessus de La Paz, le 24 juin, dans un terrain sablonneux, nu et au voisinage d'une mare d'eau. Là, pas de traces de parties externes de la plante et la recherche des tubercules, sous terre, se faisait d'après les indications des Indiens qui me guidaient. Ces tubercules étaient nombreux, mais petits, de couleur jaune pâle, et, au plus, gros comme une noisette. C'est le *papa Sylvestre* des Indiens. Au Pérou, j'ai récolté dans deux localités et toujours très loin des cultures : 1° à Amancaës et 2° aux environs de Chorillos, au mont Morro-Solar, à 400m environ d'altitude, le 7 juillet, dans des creux couverts d'éboulis granitiques. Les plantes, de 0m,25 de hauteur, étaient pourvues de petites fleurs à *corolles bleues*, le feuillage était vert foncé et pubescent. Portés sur des stolons, les tubercules étaient de moyenne grosseur et de couleur *brunâtre*, mais généralement déformés par la compression des cailloux environnants (à Amancaës notamment).

Ces stations, du reste, sont indiquées, non pas pour le *Solanum Maglia*, dont les localités que je cite semblent inconnues jusqu'ici, mais pour le *Solanum tuberosum*, au Pérou et en Bolivie par J.-G. Baker [*Tuber-bearing Species of Solanum* (*Journal of the Linnean Society of London : Bot.*, t. XX, 1884, p. 496)], sauf cependant pour Viacha que cet auteur ne signale pas. Édouard André (*Illustration horticole*, t. XXIX, 1877, p. 114) a, dans son rapport d'expédition botanique dans les Andes, confirmé les stations signalées par Baker, avec cette réserve que cet explorateur français ne cite au Pérou que la station d'Amancaës. Il est à remarquer, en outre, que les observateurs décrivent, dans toutes les stations où ils les ont trouvés, les *Solanum tuberosum* comme pourvus de fleurs à corolles

blanches, tandis que je n'ai observé que des types à corolles bleues comme Baker les indique (*loc. cit.*, p. 490) pour les plantes sauvages recueillies dans les Cordillères des Andes, du Chili et conservées dans les herbiers de Londres (Kew).

Mes tubercules étant ainsi bien identifiés, et par les stations déjà connues où ils furent recueillis par des botanistes avant moi, et par les caractères relevés sur les plantes en fleur, voici les résultats que nous donnèrent, à la date du 19 août 1912, les cultures entreprises dans les conditions sus-indiquées.

Tout d'abord il convient d'indiquer que la mutation complète n'est pas obtenue encore après cette campagne agricole ni sur le *S. Maglia*, ni sur le *S. tuberosum* qui en font l'objet, mais les deux espèces sauvages sont certainement ébranlées et tout fait prévoir qu'elle sera obtenue en 1913 sur les récoltes actuelles de tubercules. Ceux-ci se sont, sur le *S. Maglia* particulièrement, développés et améliorés, dans le sens comestible du mot. Du poids initial des tubercules plantés qui oscillait de 2^g à 5^g ou 6^g, il a passé de 0^g,15 à 35^g au maximum, et ces tubercules étaient violets le plus souvent, mais quelques-uns franchement jaunes, d'autres panachés jaunes et violets indiquent un commencement de variation. Les stolons ne sont pas sensiblement raccourcis, mais les tubercules ont perdu en grande partie leurs lenticelles si abondants dans les tubercules sauvages; de plus ces lenticelles se sont aplatis et espacés. La peau est devenue plus fine, moins adhérente, la chair moins aqueuse et plus féculente. Les plantes se sont fortement développées, les feuilles ont formé des foliolules interlobaires, mais les pieds, pourvus des fleurs caractéristiques de l'espèce sauvage, n'ont pas fructifié. Quant à l'influence de la fumure sur l'ébranlement de l'espèce sauvage, il résulte du tableau comparatif des rendements afférents à chaque compost que, comme l'avait indiqué M. Heckel dans ses communications sur la mutation gemmaire culturale du *Solanum Maglia* obtenue il y trois ans à Marseille, c'est le fumier de gallinacés qui est le plus opérant, tant sur la grosseur des tubercules obtenus que sur leur nombre. Pour *Solanum tuberosum* (de Bolivie et du Pérou) dont la mutation complète vient d'être obtenue à Marseille par M. Heckel avec les tubercules provenant de Viacha (Bolivie) seulement, j'ai observé au contraire un résultat très avantageux pour les tubercules provenant du Pérou (Chorillos et Amancaës) avec égalité de développement dans les tubercules d'Amancaës et de Chorillos (20^g à 22^g) dont les lenticelles tendent aussi à disparaître, mais le poids total des tubercules était bien supérieur dans les plants de Chorillos (260^g) que dans ceux

d'Amancaës (130g). Ces plantes ont donné uniformément des fleurs bleues et n'ont point fructifié. Les feuilles et le type floral ont conservé les caractères spécifiques connus et les stolons ont peu diminué de longueur. Ici l'influence de la fumure a eu les mêmes résultats que sur *Maglia:* les plus gros tubercules et les plus fortes productions des plantes en tubercules ont été relevés sur les sujets traités par les fumures complexes dans lesquelles le fumier de gallinacés n'avait pas été exclu. Dans la prochaine campagne culturale, nous serons donc amenés à accorder la prédominance au fumier de poulailler dans la composition de nos fumures.

PHARMACODYNAMIE. — *Action cardiaque comparée de l'extrait physiologique de digitale et des autres préparations digitaliques* (1). Note de M. **H. Busquet**, présentée par M. Guignard.

On sait que la pharmacopée s'est enrichie dans ces dernières années, grâce à E. Perrot et à A. Goris (2), de médicaments galéniques nouveaux appelés *extraits physiologiques*. Leur caractéristique est d'être retirés des végétaux à l'abri de la chaleur et des modifications diastasiques survenant après la récolte dans les principes constituants. Il est intéressant pour le médecin de savoir si ce mode spécial d'extraction confère à ces préparations une action pharmacodynamique propre et susceptible de les individualiser par rapport aux médicaments galéniques ou aux substances définies déjà connues. Dans cet ordre d'idées, V. Pachon et E. Perrot (3) ont montré qu'une solution d'extrait de café vert et une solution de caféine, à dose égale de principe actif, n'ont pas une action cardio-vasculaire identique. De notre côté, dans le but d'apporter une contribution à ce même problème, nous avons étudié comparativement les effets cardiaques de l'extrait physiologique de digitale et des autres médicaments retirés de cette plante. Nous avons constaté entre ces deux catégories de produits des propriétés identiques et des propriétés différentielles.

---

(1) Sous cette désignation nous englobons les préparations galéniques ordinaires de digitale et les diverses digitalines. Tous ces produits ont d'ailleurs une action pharmacodynamique à peu près semblable.

(2) E. Perrot et A. Goris, *Une nouvelle forme galénique*: *Les extraits physiologiques végétaux* (*Bull. Soc. de Thérap.*, 4e série, t. XIV, p. 517-525).

(3) V. Pachon et E. Perrot, *Sur l'action cardio-vasculaire du café vert, comparée à celle de doses correspondantes de caféine* (*Comptes rendus*, séance du 20 juin 1910).

I. *Technique et matériel expérimental.* — Nos expériences ont été faites sur le lapin, le chat et le chien. Nous avons inscrit soit les variations de la pression artérielle avec le kymographion de Ludwig, soit les contractions des oreillettes et des ventricules par l'intermédiaire d'hameçons piqués dans ces cavités et reliés à un système convenable de tambours manipulateurs et de tambours inscripteurs. Dans ce dernier cas, les animaux avaient la moelle sectionnée au-dessous du bulbe, le thorax ouvert et étaient soumis à la respiration artificielle. La solution aqueuse d'extrait physiologique de digitale, à une concentration variant entre 1 et 2,5 pour 100, était injectée chez le chien par la veine saphène, et chez le chat et le lapin par la veine jugulaire. Enfin, nous avons fait sur le cœur isolé de lapin des circulations coronaires comparativement avec du liquide de Ringer-Locke et avec ce même liquide additionné d'extrait physiologique de digitale.

II. *Actions cardiaques communes à l'extrait physiologique et aux autres préparations digitaliques :*

1° *Action cardiotonique.* — Comme la généralité des produits retirés de la digitale, l'extrait physiologique exerce sur le cœur de mammifère une action tonique manifeste. Elle s'observe chez le chien à la dose de 5^{mg}, chez le chat et le lapin avec 1^{cg} par kilogramme d'animal. Sur le cœur isolé de lapin, le liquide de Ringer-Locke, contenant de l'extrait physiologique de digitale dans la proportion de 1 pour 35000, produit tout d'abord un effet hypotonique passager et, après 2 ou 3 minutes d'irrigation, une augmentation considérable de la hauteur des systoles. Une réaction cardiaque analogue a été observée par G. Étienne [1] avec le digalène sur le cœur isolé de lapin, de chat et de chien.

Chez les Mammifères, les doses d'extrait physiologique de digitale énumérées plus haut produisent une élévation de la pression artérielle ; celle-ci doit être rapportée, tout au moins partiellement, à l'augmentation d'amplitude des systoles.

2° *Modification du rythme.* — Il est classique de distinguer chez le chien trois stades dans l'action de la digitale : 1° du ralentissement ; 2° de l'accélération ; 3° de l'arythmie. Ces deux dernières phases de l'action toxique se retrouvent sur des animaux ayant reçu $0^{g},02$ par kilogramme d'extrait physiologique de digitale. L'arythmie produite par cette substance s'accompagne, comme celle de la digitaline, de dissociation auriculo-ventriculaire.

---

(1) G. Etienne, *Étude comparative de l'action physiologique de divers dérivés et préparations de la digitale* (*Arch. int. de Pharmacod. et de Thér.*, t. XIX, 1909, p. 146).

3° *Action sur l'appareil cardio-modérateur.* — La digitale à forte dose supprime le pouvoir cardio-inhibiteur du vague. Cet effet se réalise généralement dans la deuxième phase de l'action de ce médicament (période d'accélération); mais on peut la constater aussi sur des cœurs non tachycardiques et même sur des cœurs ralentis (Fr. Franck) (1). Nous avons retrouvé des phénomènes analogues avec l'extrait physiologique de digitale : la disparition du pouvoir cardio-inhibiteur coïncide fréquemment avec un rythme cardiaque accéléré, mais elle survient parfois en dehors de toute accélération du rythme primitif; chez le chat, elle peut même s'observer sur des cœurs à rythme ralenti.

L'examen de certaines traces de Fr. Franck, pris simultanément sur les oreillettes et les ventricules, avant et pendant l'excitation du vague, montre que, chez les chiens digitalinés, l'excitabilité du pneumogastrique disparaît aussi bien sur des cœurs à rythme auriculo-ventriculaire normal que sur des cœurs à rythme auriculo-ventriculaire dissocié; la dissociation supprime le pouvoir cardio-inhibiteur du vague, mais elle n'est pas nécessaire pour que cette suppression ait lieu. Cette particularité se retrouve sur les cœurs de chien et de chat intoxiqués par l'extrait physiologique de digitale.

4° *Régularisation prémortelle des battements cardiaques.* — Fr. Franck a montré que l'arythmie provoquée par les doses toxiques de digitaline cesse quelques minutes avant l'arrêt définitif du cœur et est remplacée par une période de régularité prémortelle. Ce même phénomène apparaît avec de fortes doses d'extrait physiologique de digitale comme signe précurseur de la mort cardiaque.

III. *Actions cardiaques différentielles de l'extrait physiologique et des autres préparations digitaliques :*

1° *Absence de ralentissement.* — On sait que, chez le chien, les préparations galéniques de digitale et la digitaline cristallisée, à la dose de $0^{g},0001$ par kilogramme d'animal, provoquent un ralentissement considérable des battements cardiaques. Cet effet manque après l'injection d'extrait physiologique, quelle que soit, d'ailleurs, la quantité injectée. Avec des doses moyennes, la fréquence reste à son taux primitif ou augmente légèrement; avec des doses fortes, les battements s'accélèrent et finalement deviennent

(1) Fr. Franck, *Analyse expérimentale de l'action de la digitaline sur la fréquence, le rythme et l'énergie du cœur* (*Cliniques de la Charité*, p. 549-750). Paris, Masson; 1894.

désordonnés. On pourrait être tenté d'attribuer cette absence de bradycardie à la pauvreté de cette préparation nouvelle en digitaline. Pour vérifier cette interprétation, nous avons injecté à des chiens des extraits physiologiques dont la teneur en ce glucoside avait été déterminée (0,40 pour 100) (1). Des doses de $0^g,05$ d'extrait par kilogramme d'animal ($0^g,0002$ de digitaline) étaient incapables de produire le ralentissement du cœur (2).

2° *Absence d'extrasystoles.* — Une autre caractéristique de la digitale est de provoquer des extrasystoles. Pareil fait ne s'observe pas *in vivo*, ou s'observe à un bien moindre degré, avec l'extrait physiologique. Dans la dernière période de l'action de ce produit, il apparaît un rythme tout à fait désordonné, mais qui ne ressemble en rien au bigéminisme classique des première et deuxième périodes de l'action digitalique.

3° *La mort du cœur.* — Comme l'a montré Fr. Franck, la digitaline provoque, après la régularisation prémortelle des battements cardiaques, un état de tétanisation du myocarde suivi immédiatement de trémulations fibrillaires. Avec l'extrait physiologique de digitale, la mort surprend brusquement le cœur au cours de cette phase prémortelle de régularité et celui-ci s'arrête *en diastole sans trémulations fibrillaires.*

L'extrait physiologique de digitale est donc un cardiotonique présentant avec les produits digitaliques déjà connus, à côté d'effets similaires, des différences nettes d'action cardiaque. Celles-ci, en dehors de l'intérêt qu'elles présentent au point de vue particulier de la digitale, montrent en outre que la méthode générale de préparation des extraits physiologiques peut fournir des substances à individualité pharmacodynamique nettement tranchée; la nouveauté de la technique d'extraction confère aux produits obtenus une modalité nouvelle d'action biologique.

---

(1) Nous devons ces dosages à l'obligeance de M. A. Goris, Pharmacien des Hôpitaux de Paris.

(2) Chez le chat, l'extrait physiologique de digitale ralentit les battements cardiaques. Chez le chien, cette substance provoque quelquefois une diminution considérable de la fréquence respiratoire; il peut en résulter une exagération du fonctionnement de l'appareil cardio-inhibiteur (par association fonctionnelle du centre respiratoire et du centre modérateur cardiaque ou par excitation asphyxique de ce dernier centre) et le cœur se trouve ainsi ralenti par un mécanisme indirect.

ZOOLOGIE. — Ciliata chromatophora, *nouvel ordre d'Infusoires à morphologie et reproduction bizarres*. Note de M. **Romuald Minkiewicz**, présentée par M. Yves Delage.

Quand j'ai trouvé à Roscoff un de ces Protistes, il y a un mois, j'ai pensé avoir affaire à un Gymnodinien, tellement il lui ressemble par son habitus général, son sillon transversal en spire (comme celui de *Cochlodinium* par exemple), sa couleur souvent jaune soufré, etc. Mais c'est bien un Cilié, bien que pourvu d'un *chromatophore*, comme organe constant fort développé. Il a bien un sillon transversalement spiralé, mais c'est tout simplement l'insertion de la *couronne ciliaire*, constituée par de fins cils uniformes et bien typiques, qui commence sur l'extrémité apicale pour se terminer sur l'autre extrémité de l'animal, après l'avoir contourné plusieurs fois (de 5 à 15, selon les espèces) en spire régulière. La vésicule pulsatile localisée, l'appareil nucléaire hétérokaryote, le mode de division typique du meganucleus et du micro-nucleus, l'existence de la division transversale lors de la reproduction, complètent bien sa caractéristique comme Cilié.

Voici enfin un vrai *Spirotrichien*, tandis que les Spirotrichiens des auteurs ne sont que des Spirigères ou mieux des *Spirhyméniens*, comme je propose de les qualifier.

Mais notre Cilié présente des particularités de structure et de reproduction qui le distinguent trop de tous les autres Ciliés pour qu'on hésite à lui attribuer une place à part dans la classe de Hétérokariotes.

1. *Structure*. — Je ne vais parler ici que du genre *Gymnodinioïdes* n. g., le seul qui est très commun dans des mues de Crustacés Décapodes. (J'en ai déjà plusieurs espèces ou au moins plusieurs formes.) Le *chromatophore* est toujours opaque, à structure apparemment homogène, à surface lisse et luisante. Chez l'adulte il est lobé par des échancrures très profondes, et presque toujours franchement coloré, soit en *bleu* de différentes nuances, soit en *jaune soufré*, très rarement en *vert pâle*. Parfois il est incolore, en demeurant toujours opaque et homogène. Le pigment est soluble dans l'alcool de concentration différente (40°-80°). Le chromatophore occupe presque toute la cellule. L'endoplasme granulé, transparent et incolore, n'est qu'en petite quantité. Sa masse principale est située dans une profonde excavation ventrale du chromatophore, où elle entoure d'une mince couche un mega-nucleus énorme, allongé et donnant des *ramifications dendriformes*,

un petit micro-nucleus et une vésicule pulsatile à côté. De ce plasma périnucléaire partent plusieurs traînées, se dichotomisant irrégulièrement, qui, ayant franchi les bords de l'excavation du chromatophore, se répandent sur sa surface extérieure en *fin réseau*, dont les fils s'épaississent sensiblement sous le sillon spiral de la couronne ciliaire.

2. *Reproduction.* — *a.* Genre *Gymnodinioïdes*. Mis dans de petites cuvettes, le lendemain déjà ils tombent sur le fond et se collent là, l'un à côté de l'autre, formant des *amas bleus*, toujours unistratifiés. Les deux noyaux entourés d'endoplasme se portent vers l'intérieur de la cellule. Le chromatophore se fragmente en plusieurs morceaux, puis en grosses sphères serrées l'une contre l'autre, puis en sphérules de plus en plus petites. Le meganucleus se ramasse. La cellule sécrète un kyste transparent et incolore, et commence à se diviser, plusieurs fois successivement, en produisant une trentaine de *mérozoïtes*, qui, au bout de peu de jours, sortent par un orifice apical.

L'organisation des mérozoïtes sortis du kyste diffère sur tous les points de celle de la mère. Ce sont de vrais Holotrichiens minuscules, ressemblant pourtant beaucoup, sous un faible grossissement, à des Flagellés chromomonadines, surtout à *Cryptomonas :* quelques rangées de cils longitudinales, un enfoncement péristomien antérieur, une vésicule pulsatile postérodorsale, un appareil nucléaire normal, et autour de lui de nombreux corpuscules elliptiques du chromatophore fragmenté de la mère portant le même pigment. Quel est leur sort ultérieur, je l'ignore pour le moment.

Jamais je n'ai vu un autre mode de reproduction chez ce genre-là.

b. Genre *Polyspira*, n. g. (l'espèce jusqu'à présent unique, *Polyspira Delagei*, n. s., est beaucoup plus grande que celles du genre précédent, toujours bleue et bien visible à l'œil nu). Jamais je n'ai vu un enkystement. La reproduction se produit toujours à l'état libre, dès le deuxième jour de culture, par divisions transversales, se succédant très vite (j'en ai vu neuf dans 12 heures); mais les individus ne se séparent que tardivement, formant ainsi des *chaînettes* de 2, 3, 4, 5 (et peut-être plus) individus.

Mais en général, presque *simultanément* ou un peu avant, l'animal *se divise encore longitudinalement, toujours sans se séparer, de sorte que les chaînettes deviennent doubles*. Les paires transversales ont leur appareil nucléaire bien séparé dès le premier moment; tandis que les séries longitudinales gardent très longtemps leurs mega-nuclei étirés et étranglés en biscuit mais

non fragmentés. Il se produit des figures extrêmement bizarres, aussi bien sur le vivant que sur des préparations colorées et montées.

C'est l'unique exemple, à ce que je connais, de l'existence simultanée de deux modes de division chez un Protiste non enkysté, comme phénomène normal de son cycle évolutif. J'appelle ce phénomène *dischizogonie*.

Mais ce n'est pas tout. Les individus des *paires transversales entrent en conjugaison*, avec tous les changements typiques de leur appareil nucléaire, *sans que les chaînettes se fragmentent*. Ce ne sont que les derniers stades de conjugaison qui s'achèvent après que les paires se sont séparées les unes des autres. Les deux processus cheminent ensemble. Mais il arrive parfois que c'est la conjugaison qui marche le plus vite, et une chaînette double se divise en deux chaînettes d'ex-conjugués. Mais ce qui surprend surtout c'est que les *ex-conjugués* ne ressemblent pas à leur mère, mais sont *constitués entièrement comme des mérozoïtes* sortis des kystes de Gymnodinioïdes ; seulement, ils sont plusieurs fois plus grands. 24 heures ils demeurent peu mobiles sur le fond de mes cuvettes, puis ils montent à la surface et là ils nagent vite, pareils eux aussi à des *Cryptomonas*, mais, bien entendu, colorés en bleu, dans la partie moyenne de leur corps, par les grains du chromatophore fragmenté. J'ignore aussi, pour le moment, leur sort ultérieur.

Je donne à ce phénomène étrange de conjugaison le nom d'*adelphogamie*. Mais comme il est lié intimement ici à la division double, je suis forcé de qualifier son ensemble comme une DISCHIZOGONIE ADELPHOGAMIQUE.

Impossible d'entrer ici dans une discussion sur la signification de ce phénomène, ce que je ne tarderai pas à faire ailleurs, avec l'exposé détaillé et documenté de toutes les données morphologiques et biologiques que j'ai assemblées.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Contribution aux phénomènes de la foudre*. Note de M. C. **Maltézos**, transmise par M. J. Violle.

Le 3 mai, des orages ont éclaté sur Athènes et le Pirée. Le matin, des coups de foudre ont été signalés, plusieurs sur la mer, deux sur la presqu'île du Pirée, deux sur une colline et un sur la lance du drapeau d'une distillerie. Vers 9^h a. m., à la campagne d'Athènes, près des jardins du *Hasseki*, un homme, regardant la marche de l'orage en plein air, a été foudroyé à la tempe gauche; sa face gauche montrait de profondes brûlures et ses vêtements brûlaient.

Peu après, durant l'orage [1], ont eu lieu aux écoles militaires des *Evelpides* et des *Sous-Officiers*, et particulièrement dans le bâtiment des classes, le réfectoire et l'infirmerie, des phénomènes électriques et mécaniques, que je relate minutieusement dans cette Communication.

De ces bâtiments isolés, les deux premiers sont parallèles et d'égale longueur (près de 60^m), et dirigés de SSE vers NNW. Le bâtiment des classes a deux étages, dont le supérieur est divisé par un long couloir en deux parties égales, et ses pièces ne communiquent pas entre elles, mais elles ont leurs portes sur ledit couloir. L'escalier en marbre est au milieu du bâtiment. Sur la face E (ENE), la pièce la plus méridionale (de 13^m de longueur), est celle de la première classe des Evelpides, suivie sur le même côté par celle de la deuxième classe. En face de cette dernière est le cabinet des officiers-surveillants, lequel possède une installation de téléphone, ainsi qu'une autre de sonnerie électrique. Les fils de cette dernière passent par le haut d'une fenêtre de la première classe des Evelpides et vont d'une part à l'infirmerie (à une distance de 30^m) et, d'autre part, au réfectoire, derrière lequel sont situées les cuisines des écoles.

Au delà de l'escalier, et du côté W, est située (avec d'autres) la pièce de la deuxième classe des sous-officiers.

Le matin du 3 mai, à 9^h32^m, la plupart des élèves des classes citées se trouvaient dans leurs classes, ainsi que les deux surveillants, MM. Psychas, lieutenant de cavalerie, et Jeannaros, lieutenant d'infanterie, dans leur cabinet commun. Les fenêtres et la porte de la première classe des Evelpides étaient ouvertes, ainsi que la porte de la deuxième classe, mais les fenêtres de celle-ci, ainsi que celle du couloir, étaient fermées. Enfin les fenêtres et les portes du cabinet des surveillants et de la deuxième classe des sous-officiers étaient ouvertes.

Donc, à cette heure, un élève de la première classe (Samaras) étant debout à la fenêtre, par le haut de laquelle passent les fils de la sonnerie électrique, a ressenti une forte secousse et un étourdissement, tandis que les autres élèves ont vu, au point de la sortie des fils, une étincelle électrique, ainsi qu'une autre étincelle *dans l'air*, à l'intérieur de la classe, vers sa partie S; ils ont aussi vu, sur le conduit métallique du gaz d'éclairage qui se trouve entre ladite fenêtre et la porte, *un fil lumineux*.

Au même moment, dans la pièce de l'infirmerie, où entre le fil de la sonnerie électrique, se trouvaient deux infirmiers, *qui n'ont pas vu l'éclair*, mais ils ont ressenti une secousse, et l'un d'eux (Francojeannis) est resté quelque temps *sans pouvoir se mouvoir ni parler*.

L'agent électrique, par la porte ouverte de la première classe, a provoqué d'autres phénomènes. Ainsi : 1° un élève (Mittas), à peine entré par l'esca-

---

[1] Il est à signaler que, pendant cet orage, plusieurs nuages (K-N) montraient un mouvement giratoire très marqué.

lier dans le couloir, a vu vers le fond S et *dans l'intérieur du couloir*, une étincelle dans l'air, dirigée du haut en bas, *et immédiatement après a entendu un bruit intense*. Ce bruit a été entendu par plusieurs élèves et, d'après leur description, il ressemblait au bruit sec et intense de fortes étincelles électriques. 2° Les élèves, qui se trouvaient dans la deuxième classe des Évelpides, *ont ressenti une pression sur la poitrine et en même temps plusieurs tubes de verre du gaz d'éclairage de la classe ont été brisés*. 3° Les deux surveillants ont vu une étincelle dirigée du téléphone vers l'épée de Psychas *à travers l'air*, à une distance de 2^m environ, et ont entendu en même temps *un léger bruissement ;* et même le lieutenant Psychas a ressenti un étourdissement passager. 4° Les élèves de la deuxième classe des sous-officiers, après avoir entendu le bruit, ont vu à travers leur porte ouverte une série d'étincelles électriques (*flammes* d'après leur description) dirigées dans le couloir du S vers le N, accompagnée de bruissements. Enfin : 5° deux élèves (Manetas et Pharmakis), se trouvant à la base de l'escalier, ont entendu le bruit et ont vu une étincelle électrique partant du conduit métallique du bec de gaz vers le sol.

Dans le même temps un autre élève (Prokopakis), se trouvant dans la salle S du réfectoire, a vu *des flammes* (d'après son expression), entrant dans la salle par la fenêtre ouverte à l'E (ENE), située sur la même perpendiculaire aux bâtiments que la fenêtre mentionnée de la première classe, et presque au même moment il a aperçu des étincelles partant de la pointe centrale d'un lustre vers le sol, mais il n'a ressenti aucune secousse ni étourdissement.

Un autre élève, se trouvant entre les deux bâtiments, a vu un éclair dirigé du N vers le S, tandis qu'un autre se trouvant dans le même endroit, mais tout près des murs du bâtiment des classes, a ressenti une secousse *sans voir l'éclair*.

Les phénomènes relatés ici ne constituent pas, pensons-nous, un coup de foudre sur les Écoles militaires, mais ils portent à croire que durant les forts orages, sous des conditions qui restent à découvrir, il est lancé, suivant une direction propre, une espèce *de vent électrique* ou *de courant d'air fortement ionisé* (¹). Cette hypothèse explique entièrement la plupart des phéno-

(¹) A comparer aux phénomènes du vent électrique des machines statiques. En effet, si l'on relie un des pôles d'une machine statique (Wimshurst, par exemple) à une pointe métallique isolée, l'autre pôle étant à la terre, il se forme un vent électrique très fort, ou plutôt un courant d'air *ionisé*, sensible à une grande distance. Ainsi l'ébonite, la feuille de collodion, préalablement électrisées négativement, posées

mènes relatés dans cette Communication, ainsi que quelques autres, déjà signalés et restés sans explication possible.

La séance est levée à 3 heures et demie.

Ph. v. T.

---

dans le courant positif et à une assez grande distance de la pointe, perdent très vite leur électricité et s'électrisent positivement; par contre le verre, électrisé positivement, s'électrise négativement dans le courant négatif. Une sphère métallique (diamètre 49^{mm}), tenue par un manche isolant, pendant 1 minute, à une distance de 30^{cm} de la pointe, s'électrise du même signe que *le courant*, et, portée immédiatement après sur le plateau de l'électromètre Kolbe, elle donne une déviation de 80°, tandis que la même sphère, derrière une plaque de verre faisant diaphragme et à la même distance de la pointe, s'électrise aussi, donnant à peine une déviation de 10°.

L'électroscope s'électrise sensiblement *et du même signe*, à une distance de la pointe de $2^m,75$ (dans mes expériences). Et si l'on pose à une distance de 10^{cm} de la pointe un éclateur, dont l'une des sphères est reliée à une capacité isolée et l'autre au sol, des étincelles éclatent entre les deux sphères, d'une longueur de 7^{mm}.

ERRATA.

(Séance du 17 juin 1912.)

Note de M. *Ph. Négris*, Sur l'âge des formations cristallines de l'Attique :

Page 1744, ligne 16, *au lieu de* schistes calcaires, *lire* calcaires.

(Séance du 24 juin 1912.)

Note de M. *Ph. Négris*, Sur l'âge des schistes d'Athènes :

Page 1839, ligne 8 en remontant, *au lieu de* Marios, *lire* Marcos.
Page 1840, ligne 16, *au lieu de* Geraneio, *lire* Geraneia.

(Séance du 29 juillet 1912.)

Note de M. *Ph. Négris*, Sur l'âge des formations cristallines du Péloponèse :

Page 371, ligne 11, *au lieu de* Plarriteru, *lire* Planiteru.
Même page, ligne 9 en remontant, *au lieu de* cyanophylloïdes, *lire* cyathophylloïdes.
Page 372, même correction.

PUBLICATIONS DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

En vente à la Librairie GAUTHIER-VILLARS, 55, quai des Grands-Augustins, PARIS.

COMPTES RENDUS HEBDOMADAIRES DES SÉANCES

de l'Académie des Sciences

Publiés par MM. les *Secrétaires perpétuels*.

IN-4 (28-23), HEBDOMADAIRE.

Collection complète, de 1835 à 1910; 151 volumes..... 1890 fr.

Chaque année, sauf 1845, 1873 à 1892, 1896 à 1898, 1900 à 1902, 1904, 1905, *se vend séparément*....... 25 fr.

Chaque volume, sauf les **Tomes 20, 21, 76 à 108, 110, 112, 114, 115, 122, à 127, 130, 132, 134, 138, 141**, se vend séparément .... 15 fr.

Les **Comptes rendus** paraissent régulièrement chaque semaine depuis le 2e semestre de 1835, en un cahier de 32 à 40 pages, quelquefois de 80 à 120; ils forment, à la fin de l'année, *deux Volumes* in-4 (28-23), ensemble de 2400 à 3000 pages. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de noms d'auteurs, terminent chaque volume.

Prix pour un an (52 NUMÉROS):

Paris..................................... 30 fr.
Départements.............................. 40 fr.
Union postale............................. 44 fr.

L'abonnement est annuel et part de janvier.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS

des Séances de l'Académie des Sciences.

Par ordre de matières et par ordre alphabétique de noms d'auteurs.

4 VOLUMES IN-4 (28-23), SAVOIR :

Tables des Tomes **1** *à* **31** (1835-1850). In-4 (28-23); 1853.. 25 fr.
Tables des Tomes **32** *à* **61** (1851-1865). In-4 (28-23); 1870.. 25 fr.
Tables des Tomes **62** *à* **91** (1866-1880). In-4 (28-23); 1888.. 25 fr.
Tables des Tomes **92** *à* **121** (1881-1895). In-4 (28-23); 1900.. 25 fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS

des Séances de l'Académie des Sciences.

Tomes I et II, 1856 *et* 1861, *séparément*............... 25 fr.

MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

IN-4; TOMES I A LI, 1816 A 1910.

Chaque volume, à l'exception des Tomes ci-après indiqués, se vend séparément.................................... 15 fr.

Le Tome XXXIII, avec Atlas, se vend séparément....... 25 fr.

Le Tome LI, avec Atlas, se vend......................... 40 fr.

Les Tomes VI et XXI ne se vendent pas séparément.

Tables générales des travaux contenus dans les Mémoires de l'Académie.

Ire Série, Tomes I à XIV (an VI-1815), et IIe Série, Tomes I à XL (1816-1878); 1881............................... 6 fr.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS PAR DIVERS SAVANTS

à l'Académie des Sciences (*Savants étrangers*).

2e SÉRIE. IN-4; TOMES I A XXXIV, 1827-1909.

Chaque volume se vend séparément...................... 15 fr.

Tables générales des travaux contenus dans les Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie.

Ire Série, Tomes I et II (1806-1811), et IIe Série, Tomes I à XXV (1827-1877) 1881............................. 2 fr. 50

NOTICES NÉCROLOGIQUES

Lues à l'Académie (1886-1890). In-8 (25-16); 1891.... **2 fr. 50**

Notice sur J.-C. BOUQUET, par *G.-H. Halphen*. — Notice sur L.-F.-C. BREGUET, par *de Jonquières*. — Notice sur L.-R. TULASNE, par *E. Bornet*. — Notice sur E. LAGUERRE, par *H. Poincaré*. — Notice sur G.-H. HALPHEN, par *E. Picard*. — Notice sur E. PHILLIPS, par *H. Léauté*.

PASSAGE DE VÉNUS

Recueil de Mémoires relatifs à l'observation du passage de Vénus sur le Soleil, en 1874.

Tome I. — Ire PARTIE : *Procès-verbaux des séances tenues par la Commission*. In-4 (28-23); 1877............... 12 fr. 50 c.

— IIe PARTIE : *Mémoires divers*. In-4 (28-23), avec 7 planches; 1876.. 12 fr. 50 c.

Tome II. — Ire PARTIE : *Mission de Pékin* (Fleuriais). — *Mission de Saint-Paul* (Mouchez). In-4 (28-23), avec 26 pl.; 1878. 25 fr.

— IIe PARTIE : *Mission de Saint-Paul* (Rochefort et Ch. Vélain). — *Mission du Japon* (Janssen, Tisserand, Delacroix et Picard). — *Mission de Saïgon* (Héraud). — *Mission de Nouméa* (André). In-4 (28-23), avec figures et 36 planches; 1880........ 25 fr.

Tome III. — Ire PARTIE : *Mission de l'île Campbell* (Bouquet de la Grye). In-4 (28-23), avec 6 planches; 1882.... 12 fr. 50 c.

— IIe PARTIE : *Mission de l'île Campbell* (H. Filhol). In-4 (28-23), avec atlas de 68 planches; 1885...................... 25 fr.

— IIIe PARTIE : *Mesures des plaques photographiques*. In-4 (28-23), avec 2 planches; 1882........................... 12 fr. 50 c.

Annexe : *Discussion des résultats obtenus avec les épreuves daguerriennes de la Commission française*, par *Obrecht*. In-4 (28-23); 1890.................................... 2 fr. 50 c.

MISSION DU CAP HORN

(1882-1883).

TOME I : **Histoire du Voyage**, par L.-F. MARTIAL. In-4 (28-23), avec 12 planches; 1888 .... 25 fr.

TOME II : *Météorologie*, par J. LEPHAY. In-4 (28-23), avec 12 planches; 1885 (*Rare*).

TOME III : *Magnétisme terrestre*, par E.-O. LE CANNELLIER. — *Recherches sur la constitution chimique de l'atmosphère*, d'après les expériences du Dr *Hyades*, par MUNTZ et AUBIN. In-4 (28-23), avec 11 planches; 1886 (*Rare*).

TOME IV : **Géologie**, par le Dr P. HYADES. In-4 (28-23), avec 33 pl.; 1887... 25 fr.

TOME V : **Botanique**. In-4 (28-23) de 400 pages; 1889.... 25 fr.

TOME VI : **Zoologie**. Ce Tome est publié en 12 fascicules.

Ire Partie : In-4 (28-23) de 486 pages, avec 23 pl.; 1891.. 45 fr.

Mammifères (*A. Milne-Edwards*); 10 fr. — *Oiseaux* (*E. Oustalet*); 25 fr. — *Poissons* (*L. Vaillant*); 4 fr. — *Anatomie comparée* (*H. Gervais*); 6 fr.

IIe Partie : In-4 (28-23) de 430 pages, avec 29 pl.; 1891 (*Rare*).

Insectes (*L. Fairmaire, Signoret, J. Mabille, P. Mabille, J.-M.-F. Bigot*); 20 fr. — *Arachnides* (*E. Simon*) (épuisé). — *Crustacés* (*Milne-Edwards*); 11 fr. — *Mollusques* (*de Rochebrune* et *J. Mabille*); 10 fr.

IIIe Partie : In-4 (28-23) de 376 pages, avec 36 pl.; 1891.. 35 fr.

Priapulides (*J. de Guerne*); 2 fr. — *Bryozoaires* (*J. Jullien*); 8 fr. — *Echinodermes* (*E. Perrier*); 20 fr. — *Protozoaires* (*A. Certes*); 5 fr.

TOME VII : **Anthropologie. Ethnographie**; par le Dr P. HYADES et J. DENIKER. In-4 (28-23), avec 34 pl. et 1 carte en couleur; 1891. 25 fr.

La collection des sept Tomes en neuf volumes .... 275 fr.

N° 10.

TABLE DES ARTICLES (Séance du 2 Septembre 1912).

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CORRESPONDANCE.

50192 PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS, Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : Gauthier-Villars.

1912

DEUXIÈME SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME 155.

N° 11 (9 Septembre 1912).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1912

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Toute Note manuscrite d'un Membre de l'Académie ou d'une personne étrangère ne pourra paraître dans le *Compte rendu* de la semaine que si elle a été remise le jour même de la séance.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Les *Comptes rendus* ne reproduisent pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* ne contiennent ni planches, ni figures.

Dans le cas exceptionnel où des figures seraient autorisées, l'espace occupé par ces figures comptera pour l'étendue réglementaire.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 SEPTEMBRE 1912.

PRÉSIDENCE DE M. P. APPELL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. G. **Darboux** fait hommage à l'Académie d'un Mémoire intitulé : *Sur différentes propriétés des trajectoires orthogonales d'une congruence de courbes.*

PHYSIQUE DU GLOBE. — *L'évaporation du sol et des végétaux comme facteur de la persistance des temps pluvieux et froids.* Note de M. **A. Müntz.**

Il semble que, lorsqu'une période humide et froide s'est établie, elle ait une tendance à persister. Les étés des années 1910 et 1912 nous en donnent des exemples récents.

Certes, les courants atmosphériques jouent le principal rôle dans cet état climatérique, mais d'autres facteurs interviennent, qu'il est utile de mettre en relief et dont l'influence est considérable; ce sont l'évaporation du sol et surtout celle de la végétation.

Lorsque, à la suite de pluies d'une certaine durée, le sol reste mouillé, il évapore constamment de l'eau qui, se condensant dans les couches supérieures de l'atmosphère, produit des nébulosités. Celles-ci maintiennent le ciel couvert et retombent sous forme de pluie, pour continuer ce cycle indéfiniment.

Chaque jour de pluie lègue donc au jour suivant la cause originelle de l'humidité persistante et l'on comprend que cet état ait une tendance à s'éterniser. Tout se passe comme si la même masse d'eau allait alternativement

du sol à l'atmosphère, par évaporation, et retombait ensuite sur le sol sous forme de pluie.

L'évaporation d'un sol mouillé est considérable; pendant le mois de juillet, si pluvieux, de 1910, la quantité d'eau déversée par hectare de terre nue a été, à la Station de Chimie végétale, à Bellevue, de 218^{m^3}.

Pendant le mois d'août de 1912, encore plus pluvieux, elle a été de $217^{m^3},6$.

On comprend que de pareilles quantités d'eau suffisent pour entretenir la nébulosité.

Mais ce n'est pas seulement le sol nu qui évapore; celui qui est couvert de végétation évapore beaucoup plus. Or c'est précisément pendant les années humides que le développement végétal est le plus abondant et se continue le plus longtemps. De là une cause d'évaporation énorme, qui persiste également par un renouvellement incessant de la cause déterminante.

Dans mes essais, le déversement, dans l'atmosphère, de l'eau évaporée par 1^{ha} de luzerne, a été, pendant le mois de juillet de 1910, de 803^{m^3}. Cette quantité est un peu supérieure à celle de l'eau tombée sous forme de pluie, pendant la même période, et qui a été de 697^{m^3}. Tout s'est passé comme si la même eau avait fait la navette entre la surface de la terre et les hautes régions de l'atmosphère, maintenant constamment la nébulosité et la cause première de cette nébulosité. Pendant le mois d'août de 1912, l'évaporation de l'hectare de luzerne a été de 900^{m^3}, la pluie tombée ayant été de 894^{m^3}, ce qui confirme les indications recueillies en 1910.

Il résulte de ces observations que l'évaporation produite à la surface du sol, surtout par le développement végétal, est un facteur important, peut être prédominant, de la nébulosité persistante du ciel et des chutes d'eau fréquentes et que ce régime, une fois établi, a une tendance à se continuer par une sorte de cycle qui ramène alternativement l'eau du sol vers l'atmosphère par l'évaporation, et celle de l'atmosphère vers le sol, par les pluies. C'est un cycle fermé, qui peut se continuer jusqu'à ce que des phénomènes météorologiques puissants viennent le rompre.

Quant à l'abaissement de la température pendant ces périodes, il est occasionné par les mêmes causes. D'abord par l'absence de soleil, dont les radiations sont empêchées par les nuages d'échauffer la terre; mais aussi par l'évaporation de l'eau à la surface du sol et des organes végétaux. Ainsi, mes observations de 1910 et 1912 montrent que le sol mouillé, qui évapore abondamment, a une température inférieure de 2° à 3° à celle du même sol,

qui est à un état d'humectation normal et qui n'évapore que faiblement. Quant aux végétaux, ils sont également une cause de refroidissement, par l'évaporation abondante qui se produit à la surface de leurs organes. Ainsi, l'air qui circule entre les feuilles d'une luzernière a généralement 3° de moins que celui qui circule au-dessus.

Il est à remarquer que ces abaissements correspondent sensiblement à l'abaissement moyen de la température signalé par les observatoires météorologiques.

Cette chaleur enlevée à la surface de la terre par l'évaporation n'est pas restituée par la pluie, car elle est perdue dans les hautes régions de l'atmosphère et les eaux de pluies retombent froides, ayant 3° à 4° de moins que l'air ambiant.

Cette évaporation à la surface de la terre et des plantes entraîne donc une soustraction de calorique qui cause un abaissement notable de la température.

CORRESPONDANCE.

M. O. **Backlund**, Correspondant pour la Section d'Astronomie, au nom de l'**Observatoire de Poulkovo**; M. **Marchal**, Secrétaire perpétuel, au nom de l'**Académie Royale de Belgique**; M. le **Secrétaire perpétuel de la Sociedad cientifica Antonio Alzate** adressent à l'Académie l'expression de leurs sentiments de condoléances à l'occasion du décès de M. *Henri Poincaré*.

M. J.-L. **Heiberg** adresse des remercîments pour la distinction que l'Académie a accordée à ses travaux.

PHYSICO-CHIMIE. — *Action des rayons ultraviolets sur les carbures d'hydrogène gazeux*. Note de MM. **Daniel Berthelot** et **Henry Gaudechon**, présentée par M. Dastre.

M. Marc Landau a communiqué récemment à l'Académie (*Comptes rendus*, t. 155, p. 403) une Note fort intéressante relative à l'action des rayons

ultraviolets sur les carbures d'hydrogène gazeux. Après avoir rappelé divers travaux antérieurs sur les carbures non saturés, il ajoute : « L'action de la lumière sur les carbures d'hydrogène saturés n'a jamais été étudiée. J'ai constaté que les radiations ultraviolettes ne produisent aucune action sur ces gaz exposés seuls, mais en présence d'oxygène, ils s'oxydent avec formation d'acide carbonique et d'eau. »

Nous demandons la permission de rappeler que nous avons déjà étudié l'action des rayons ultraviolets non seulement sur les carbures non saturés, mais aussi sur les carbures saturés et que nous avons signalé les faits suivants il y a plus d'un an (*Revue générale des Sciences*, 30 avril 1911, p. 330).

Les rayons ultraviolets jouissent d'un grand pouvoir de polymérisation; le degré de condensation atteint est tout de suite très élevé, comme on le voit pour l'acétylène, où l'on n'obtient pas de benzène, mais un polymère solide; ces traits se retrouvent également dans les synthèses effectuées par les végétaux.

Les facultés polymérisantes des rayons se manifestent sur les carbures organiques non saturés, contenant des liaisons doubles (éthyléniques) ou triples (acétyléniques).

L'éthylène est polymérisé sous forme d'un liquide cireux qui bout un peu au-dessus de 100° et rappelle le caprylène. C'est la première fois qu'on a réussi à polymériser ce gaz.

L'acétylène se précipite au bout de quelques secondes sous forme d'un solide jaune fauve. Son homologue supérieur, l'allylène, se précipite sous forme d'un solide blanchâtre.

Le méthane, type de carbures saturés, n'a pas de tendance à la polymérisation : il n'est pas modifié par les rayons ultraviolets, mais leur aptitude condensante se retrouve quand le méthane est en présence d'oxygène : il perd de l'hydrogène et forme des homologues très condensés du groupe des paraffines, inattaquables par les acides sulfurique et azotique bouillants.

En même temps, il se produit de l'eau et un peu d'anhydride carbonique. Des réactions de ce genre peuvent avoir joué un rôle aux époques géologiques, dans la formation des pétroles, et contribué à enlever de l'atmosphère une partie du gaz méthane dégagé par les volcans et les sources, ou formé dans la décomposition des matières végétales.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Nouvelle synthèse de glucoside d'alcool à l'aide de l'émulsine : Benzylglucoside* β. Note de MM. **Ém. Bourquelot** et **M. Bridel** (¹).

En appliquant à l'alcool benzylique son procédé primitif de préparation des glucosides d'alcools, c'est-à-dire en saturant un mélange de cet alcool et de glucose par du gaz chlorhydrique, et en abandonnant le tout pendant quelques heures à la température du laboratoire, Emil Fischer a obtenu un produit auquel il attribue les seules propriétés suivantes : produit possédant une saveur amère persistante, réduisant légèrement la liqueur de Fehling, hydrolysable à l'ébullition par l'acide chlorhydrique à 5 pour 100 en glucose et alcool benzylique (²).

« Ce produit amorphe, dit-il, est très vraisemblablement un mélange des combinaisons α et β. En fait, il est attaqué par l'invertine (extrait aqueux de levure desséchée à l'air), mais plus incomplètement dédoublé que les glucosides α purs » (³).

La préparation synthétique du benzylglucoside β, à l'aide de l'émulsine, est aussi facile à effectuer que celle des alcoolglucosides β que nous avons préparés jusqu'ici. Il est nécessaire seulement, pour le séparer et le purifier, d'opérer autrement que nous ne l'avons fait pour ces derniers, et cela en raison de la propriété que possède l'alcool benzylique de ne distiller qu'à une température très élevée.

Nous avons employé de l'alcool benzylique à peu près saturé d'eau (5 pour 100 d'eau environ) et comme, même dans ces conditions, il ne dissout que très peu de glucose, nous avons toujours ajouté un excès de ce sucre.

Préparation. — Un premier essai a été fait avec le mélange suivant :

Alcool benzylique	50^{cm^3}
Glucose	2^g
Émulsine	$0^g,20$

Ce mélange accusait au départ $+6'$ pour $l=2$. On l'a abandonné à la température

(¹) Voir *Comptes rendus*, séances du 1er juillet et du 12 août 1912.

(²) *Ueber die Glucoside der Alkohole* (*Ber. chem. Gesells.*, t. XXVI, 1893, p. 2400).

(³) *Einfluss der Konfiguration auf die Wirkung der Enzyme* : I (*Ber. chem. Gesells.*, t. XXVI, 1894, p. 2985).

du laboratoire (+ 18° à 24°) en ayant soin d'agiter fréquemment. La réaction s'est prolongée pendant 50 jours environ et, lorsqu'elle s'est arrêtée, la rotation du liquide était de — 1° 42'. On voit que le glucose dissous primitivement est remplacé au fur et mesure qu'il se combine avec l'alcool benzylique et que le glucoside lévogyre s'accumule peu à peu dans le dissolvant.

Dans une autre opération, on a employé 200$^{cm^3}$ d'alcool benzylique, 4^g de glucose et 1^g d'émulsine. On a laissé marcher la réaction jusqu'à ce que la rotation eût atteint — 1°6'.

On a mélangé les deux liquides et l'on a filtré pour séparer le glucose en excès, ainsi que l'émulsine, laquelle n'est pas soluble.

On a agité la solution benzylique à quatre reprises avec de l'eau distillée, en employant chaque fois 200$^{cm^3}$ d'eau qu'on soutirait après séparation des liquides. Les solutions aqueuses étant réunies, on les a réduites par distillation dans le vide partiel à 150$^{cm^3}$ environ. On a agité ce résidu avec de l'éther pour enlever l'alcool benzylique entraîné, puis on a achevé la distillation sous pression réduite.

On a traité l'extrait sec à l'ébullition, et à deux reprises, par 300$^{cm^3}$ d'éther acétique anhydre.

Après 24 heures de repos, on a décanté la solution éthéro-acétique, puis on l'a distillée jusqu'à réduction à 30$^{cm^3}$ environ. Le glucoside a cristallisé presque aussitôt. Après 24 heures on l'a essoré à la trompe, lavé avec un peu d'éther acétique additionné d'éther ordinaire et, finalement, on l'a abandonné à la dessiccation à l'air; on en a obtenu 2^g,25.

Propriétés. — Ce glucoside cristallise en aiguilles; il n'a pas d'odeur; il a une saveur très amère et désagréable; il n'est pas hygroscopique; il fond à + 106° (non corr.). Il est très soluble dans l'eau et dans l'alcool, assez soluble dans l'acide acétique, presque insoluble dans l'éther ordinaire.

Il est lévogyre et possède en solution aqueuse, pour une concentration de 1,255 pour 100, un pouvoir rotatoire de — 49°,78.

Il ne réduit pas la liqueur cupro-potassique.

A 15$^{cm^3}$ d'une solution aqueuse renfermant 2^g,745 de glucoside pour 100, on a ajouté 0^g,05 d'émulsine. La rotation a passé, en 2 jours, de — 2°42' à + 1°46' et la solution renfermait 1^g,8224 de glucose pour 100, ce qui correspond à une hydrolyse presque complète (calculé pour l'hydrolyse complète : 1^g,8302). Déjà après 24 heures on pouvait percevoir l'odeur très nette d'alcool benzylique.

Le glucoside obtenu est donc bien un glucoside β de l'alcool benzylique.

ZOOLOGIE. — *Les caractères histologiques spécifiques des « cellules lumineuses » de* Pyrosoma giganteum *et de* Cyclosalpa pinnata. Note de M. **Ch. Julin**, transmise par M. Yves Delage.

Dans une publication récente ([1]) j'ai démontré les faits suivants :

1° Les cellules du testa (cellules folliculeuses internes de Kowalevsky, kalymmocytes de Salensky) de l'œuf de *Pyrosoma giganteum* persistent pendant toute la durée du développement. Elles offrent, à chacune des grandes étapes de l'embryogenèse, une répartition topographique toute caractéristique dans l'œuf. Cette répartition, cette localisation différente, que j'ai fait connaître pour la première fois, dépend surtout de ce que, à chacune des étapes de l'embryogenèse, ces cellules se forment plus abondamment dans des régions distinctes de l'épithélium folliculeux de l'œuf.

2° Les cellules du testa de l'œuf de *Pyrosoma* deviennent exclusivement et directement les cellules des organes lumineux, pairs, des quatre ascidiozoïdes primaires de la jeune colonie tétrazoïde. Cette dernière et définitive localisation des cellules du testa s'effectue au cours de la dernière étape de l'embryogenèse.

3° Comme les cellules des organes lumineux des ascidiozoïdes primaires et secondaires, les cellules du testa de l'œuf de *Pyrosoma* sont luminescentes et il est probable que cette propriété physiologique spécifique est en relation de causalité avec les caractères histologiques spécifiques que ces éléments cellulaires présentent en commun.

Les cellules du testa de l'œuf de *Pyrosoma* mériteraient donc d'être appelées *cellules lumineuses* ou mieux *luminescentes*, au même titre que les cellules des organes lumineux des ascidiozoïdes.

4° Ces caractères histologiques spécifiques, que possèdent à la fois les cellules du testa de l'œuf de *Pyrosoma* et les cellules des organes lumineux des ascidiozoïdes, tant primaires que secondaires, de ce Tunicier, consistent essentiellement en la présence, dans le corps de ces cellules, d'un boyau décrivant des méandres nombreux et serrés. Ce « boyau introcytoplasmique », à paroi achromophile bien nette, est parcouru par un réticulum achromophile, dont les mailles sont remplies d'un liquide albuminoïde : sur les travées du réticulum, et en relation immédiate avec le liquide susdit, sont disséminées de *nombreuses granulations poussiéreuses d'une nucléine*, substance albuminoïde riche en phosphore. Le boyau intracytoplasmique tout entier plonge dans un liquide peu abondant, qui occupe tout le restant de l'espace cellulaire. Le noyau de la cellule, qui est globuleuse, est rejeté à sa périphérie.

Les résultats que m'avait fournis cette étude, tant histologique qu'expérimentale, chez *Pyrosoma* m'ont déterminé à rechercher si des cellules

---

([1]) *Recherches sur le développement embryonnaire de* Pyrosoma giganteum Les. (*Zoolog. Jahrbücher*, Suppl. XV, 2. Bd. Iéna, 1912).

semblables existent dans les « organes latéraux » de *Cyclosalpa pinnata* qui, comme on le sait, sont luminescents.

Voici, très succinctement résumées, les conclusions auxquelles m'ont conduit ces recherches.

Les organes latéraux, lumineux, tant de la forme solitaire que de la forme agrégée de *Cyclosalpa pinnata*, diffèrent, par leur structure, des organes lumineux des ascidiozoïdes de *Pyrosoma*. Chez *Pyrosoma*, chaque organe lumineux consiste exclusivement en un amas de cellules luminescentes libres et indépendantes les unes des autres, baignant dans le sinus sanguin péripharyngien (sinus péricoronaire): ces cellules sont dépourvues de toutes connexions nerveuses. Chez *Cyclosalpa pinnata*, conformément d'ailleurs à la description qu'en a donnée Fernandez, chaque organe latéral, lumineux, possède une charpente propre de cellules conjonctives, dont les mailles, largement communicantes, sont bourrées de cellules sanguines libres, de taille, de forme et de texture très variables. Mais, outre ces cellules sanguines, dont Fernandez a bien reconnu la valeur physiologique, il en est de nombreuses, dont il n'a pas distingué le caractère spécifique et qui présentent la texture si caractéristique des cellules du testa de l'œuf et cellules luminescentes des ascidiozoïdes de *Pyrosoma*. Elles sont toutefois un peu moins volumineuses que ces dernières. Dans le corps de ces cellules siège un boyau intracytoplasmique, parfois continu mais le plus souvent discontinu, décrivant des méandres nombreux et serrés. Lorsqu'il est discontinu, il se présente sous la forme de vésicules anguleuses. Ce boyau, à paroi achromophile moins nette que dans les cellules luminescentes de *Pyrosoma*, est aussi parcouru par un réticulum achromophile, sur les travées duquel sont disséminées de nombreuses granulations d'une nucléine. Le boyau plonge dans un liquide peu abondant, qui occupe tout le restant de l'espace cellulaire. Enfin, le noyau de la cellule, qui est globuleuse, est rejeté à sa périphérie.

Par analogie avec ce qui existe chez *Pyrosoma*, où ces cellules spécifiques sont manifestement les seuls éléments luminescents, je me crois autorisé à conclure qu'il est extrêmement probable que, chez *Cyclosalpa pinnata*, les cellules à boyau intracytoplasmique, dont je viens d'indiquer le caractère histologique tout spécial, sont bien aussi les cellules luminescentes.

Toutefois, tandis que ces éléments forment la totalité des cellules constitutives des organes lumineux de *Pyrosoma*, chez *Cyclosalpa* elles se trouvent associées, dans les organes latéraux, à des cellules sanguines à tout état de développement.

Les organes latéraux de *Cyclosalpa pinnata* jouent à la fois le rôle d'organes lumineux et d'organes hématopoïétiques. Chez *Pyrosoma giganteum*, ces deux fonctions sont dévolues à des organes distincts: d'une part, la luminosité aux organes lumineux de Panceri, qui siègent symétriquement à l'extrémité antérieure ou ovale de la branchie, dans le sinus péricoronaire; d'autre part, l'hématopoïèse à l'organe dorsal (glande dorsale des auteurs) qui, originairement double et à symétrie bilatérale, devient ensuite unique et médian, logé dans le sinus dorsal du sac branchial.

Il serait intéressant de rechercher si, chez *Cyclosalpa pinnata*, les cellules luminescentes des organes latéraux de la forme solitaire dérivent des cellules du testa de l'œuf, comme c'est manifestement le cas pour les cellules des organes lumineux des quatre ascidiozoïdes primaires de la colonie tétrazoïde de *Pyrosoma*.

En attendant que ces recherches, que j'ai commencées, soient achevées, il m'a paru digne d'intérêt de signaler la spécificité commune de texture des cellules luminescentes de *Pyrosoma*, d'une part et, d'autre part, des cellules que je considère comme les éléments luminescents des organes latéraux de *Cyclosalpa pinnata*.

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 2 septembre 1912.

Ministère de la Marine. *Mémorial de l'Artillerie navale;* 3e série, t. VI, 2e livraison de 1912. Paris, Imprimerie nationale, 1912; 1 vol. in-8°.

Gouvernement général de l'Indo-Chine. Observatoire central de l'Indo-Chine. Service météorologique. *Bulletin pluviométrique*, publié par G. Le Cadet, Directeur : *Tableaux mensuels, annuels et Carte;* année 1911. Phu-Lien, Observatoire central, 1912; 1 fasc. in-f°.

Meteorogical observations made at the Hongkong Observatory in the year 1911; with two plates. Hongkong, Noronha et Cie, 1912; 1 fasc. in-4°.

Report of the meteorological Service of Canada, Central Office, Toronto, R.-F. Stupart, Director, *for the year ended december* 31, 1908. Ottawa, C.-H. Parmelee, 1912; 1 vol. in-4°.

Meteorologische Beobachtungen angestelt in Jurjew im Jahre 1911; Jahrgang 46. Iouriev, 1912; 1 fasc. in-8°.

Note critiche riguardanti la medicina, per Ferruccio Fontana; con Prefazione per G.-B. Queirolo. Pise, 1912; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

The hereditary tendency to twinning, with some observations concerning the theory of heredity generally, by James Oliver. (Extr. de *The Eugenics Review*, avril 1912.) Londres, « Eugenics Education Society »; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Digest of comments on the pharmacopœia of the United States of America and on the national formulary for the calendar year ending december 31, 1909, by Muray Galt Motter and Martin J. Wilbert. Washington, Government printing Office, 1912; 1 vol. in-8°.

Canada. Department of Mines. *Catalogue of publications of the Mines branch*, 1907-1911. Ottawa, 1912; 1 fasc. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 9 SEPTEMBRE 1912.

Sur différentes propriétés des trajectoires orthogonales d'une congruence de courbes, par M. GASTON DARBOUX, Membre de l'Institut. (Extr. du *Bulletin des Sciences mathématiques;* 2e série, t. XXXVI, juillet 1912.) Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Comparaison expérimentale des microphones Egner-Holmström et Gati, par BELA GATI. (Extr. de *La Lumière électrique;* 2e série, t. XVII, n° 16.) Paris, 1912; 1 fasc. in-4°.

Archives de l'Institut Pasteur de Tunis; publication trimestrielle; 1912, III. Tunis; 1 fasc. in-8°.

Annuario publicado pelo Observatorio nacional de Rio de Janeiro, para o anno de 1912; anno XXIII. Rio de Janeiro, 1912; 1 vol. in-12.

Die Hamburger Sternwarte in Bergedorf, erbaut 1906-1912. Hambourg, Hartung et Cie, 1912; 1 fasc. in-12, oblong.

Jahresbericht der Hamburger Sternwarte in Bergedorf, erstattet von dem Direktor R. SCHORR; 1910 und 1911. Hambourg, 1910-1911; 2 fasc. in-8°.

Académie impériale des Sciences. *Comptes rendus des séances de la Commission sismique permanente;* t. V, livraison 1. Saint-Pétersbourg, 1912; 1 fasc. in-4°.

Contributo alla storia dell' Analisi elementare organica, per G. PROVENZAL. (Extr. des *Rendiconti della Società chimica italiana;* fasc. 7.) Rome, s. d.; 1 fasc. in-8°.

Ancora sul Ficus Carica, di B. LONGO. (*Annali di Botanica;* t. X, fasc. 2, 10 juin 1912.) Rome; 1 fasc. in-8°.

The simultaneous and cyclic appearance of epidemics of pneumonia, grip and enterits on the Northern hemisphere, and their synchronism with solar activity cycles, by C.-M. RICHTER. Chicago, 1911; 1 fasc. in-8°.

Archivos de Pedagogia y ciencias afines; t. X, n° 29. La Plata (République Argentine), 1912; 1 fasc. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 5 août 1912.)

Note de M. *A. Guilliermond*, Sur le mode de formation du pigment dans la racine de Carotte :

Page 413, ligne 8, *au lieu de* dans l'extérieur, *lire* dans l'intérieur.

On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis 1835 les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deu Tables, l'une par ordre alphabétique des matières, l'autre par ordre alphabétique des noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annu et part du 1er Janvier.

Prix de l'abonnement :
Paris : **30** fr. — Départements : **40** fr. — Union postale : **44** fr.

On souscrit dans les départements,

	chez Messieurs :
Agen	Ferran frères.
Alger	Chaix. Jourdan. Ruff.
Amiens	Courtin-Hecquet.
Angers	Grassin. Siraudeau.
Bayonne	Jérôme.
Besançon	Marion.
Bordeaux	Feret. Laurens. Muller (G.).
Bourges	Renaud.
Brest	Derrien. Grandmontagne. F. Robert. Uzel frères.
Caen	Jouan.
Chambéry	Dardel.
Cherbourg	Henry. Marguerie.
Clermont-Ferr.	Delaunay. Girard-Guillochin.
Dijon	Ratel. Rey. Venot.
Douai	Degez. Lauverjat.
Grenoble	Rey et Cie.
La Rochelle	Foucher.
Le Havre	Dombre. Flammarion.
Lille	Giard. Janny. Tallandier.
Lorient	Baumal. Gosse.
Lyon	Duplat. Georg. Maloine. Phily.
Marseille	Ruat.
Montpellier	Valat. Coulet.
Moulins	Martial Place.
Nancy	Barbé. Berger. Wagner et Lambert.
Nantes	Veloppé.
Nice	Barma.
Nîmes	Lavagne-Peyrot.
Orléans	Loddé.
Poitiers	Blanchier. Lévrier.
Reims	L. Michaud.
Rennes	Plihon et Hommais.
Rochefort	Ripé.
Rouen	Langlois. Lestringant.
St-Étienne	Chevalier.
Toulon	Alté. Figard.
Toulouse	Gimet. Privat.
Tours	Boisselier. Péricat.
Valenciennes	Giard. Lemaître.

On souscrit à l'étranger.

	chez Messieurs :
Amsterdam	Feikema Caarelsen et Cie.
Athènes	Eleftheroudakis.
Barcelone	Piaget. Verdaguer.
Berlin	Asher et Cie. Friedlander et fils. Mayer et Müller.
Berne	Francke.
Bologne	Zanichelli.
Bruxelles	Lamertin. Lebègue et Cie. Ramlot.
Bucarest	Alcalay. Socec et Ce.
Budapest	Kilian.
Cambridge	Deighton, Bell et Co.
Christiania	Cammermeyer.
Constantinople	Otto Keil.
Copenhague	Höst et fils.
Florence	Seeber.
Gand	Herckenrath.
Gênes	Beuf.
Genève	Burckhardt. Georg.
La Haye	Belinfante frères.
Lausanne	Payot et Cie. Rouge. Sack.
Leipzig	Brockhaus. Fock. Twietmeyer. Voss.
Liége	Gnusé. Nierstrasz.
Londres	Dulau. Hachette et Cie. Nutt.
Luxembourg	V. Bück.
Madrid	Dossat. F. Fé. Romo. Ruiz et Cie.
Milan	Bocca frères. Hœpli.
Moscou	Tastevin.
Naples	Marghieri di Giu Pellerano.
New-York	Dyrsen et Pfeiffe Lemcke et Buechne Stechert.
Odessa	Rousseau.
Oxford	Parker et Cie.
Palerme	Reber.
Porto	Magalhaes et Mor
Prague	Rivnac.
Rio-Janeiro	Alvès. Briguiet. Garnier.
Rome	Bocca frères. Loescher et Cie.
Rotterdam	Kramers et fils.
Stockholm	Nordiska Boghande
St-Pétersbourg	Wolff. Zinserling.
Turin	Bocca frères. Brero. Rosenberg et Sellier
Varsovie	Gebethner et Wolff
Vérone	Drucker.
Vienne	Frick. Gerold et Cie.
Zurich	Rascher.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tomes **1** à **31**. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix .... **25** fr.
Tomes **32** à **61**. — (1er Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix .... **25** fr.
Tomes **62** à **91**. — (1er Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix .... **25** fr.
Tomes **92** à **121**. — (1er Janvier 1881 à 31 Décembre 1895.) Volume in-4°; 1900. Prix .... **25** fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I. — Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbes et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent les Comètes, par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. Claude Bernard. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856 .... **25** fr.

Tome II. — Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Etudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains » sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la » nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur Bronn. In-4°, avec 7 planches; 1861 ... **25** fr.

À la même Librairie les **Mémoires** de l'**Académie** des Sciences, et les **Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences**.

N° 11

TABLE DES ARTICLES (Séance du 9 Septembre 1912).

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CORRESPONDANCE.

50192 PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS, Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : Gauthier-Villars.

1912

DEUXIÈME SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME 155.

N° 12 (16 Septembre 1912).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1912

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Toute Note manuscrite d'un Membre de l'Académie ou d'une personne étrangère ne pourra paraître dans le *Compte rendu* de la semaine que si elle a été remise le jour même de la séance.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Les *Comptes rendus* ne reproduisent pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard le jeudi à 10 heures du matin ; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* ne contiennent ni planches ni figures.

Dans le cas exceptionnel où des figures seraient autorisées, l'espace occupé par ces figures comptera pour l'étendue réglementaire.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 16 SEPTEMBRE 1912.

PRÉSIDENCE DE M. A. GRANDIDIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** présente un Volume publié par l'Académie sous le titre : *Institut de France. Centenaire de la naissance de* U.-J.-J. Le Verrier.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Relations des protubérances avec les filaments et alignements des couches supérieures de l'atmosphère solaire.* Note de M. **H. Deslandres**.

Dans l'avant-dernière séance j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie une Note fort intéressante sur les protubérances solaires, due à l'éminent directeur de l'Observatoire de Catane, le professeur Riccò. L'auteur étudie la répartition des protubérances sur le Soleil entier, et en utilisant les premières observations journalières de protubérances faites au bord extérieur de l'astre par la méthode oculaire de Lockyer et Janssen.

Dans sa Note, Riccò cite mes travaux récents sur la couche supérieure de la chromosphère (ou atmosphère gazeuse de l'astre) et sur ses lignes noires caractéristiques, appelées *filaments* et *alignements*. La couche supérieure intervient nécessairement dans une étude complète des protubérances qui, en fait, sont détachées d'elle. Or je lui ai consacré déjà de nombreuses publications, et le Tome IV entier de nos *Annales*, avec 40 planches; mais ces planches, si elles donnent bien les filaments, reproduisent assez mal les alignements et surtout les protubérances. L'étude des

originaux, en réalité, est nécessaire, et je crains de n'avoir pas été assez explicite.

Je suis ainsi conduit à préciser et compléter certains détails des filaments et alignements, et en particulier la distinction établie entre les deux sortes de lignes. En même temps, j'exposerai plusieurs faits nouveaux et curieux qui se rapportent à cette couche supérieure et aux protubérances.

1° Les protubérances ne sont encore bien observables qu'au delà du bord solaire, lorsque, en raison de leur grande hauteur, elles se projettent pour nous en dehors de la surface et des couches concentriques de la chromosphère ([1]); et les premiers observateurs (de 1868 à 1892) ont été bien embarrassés pour trouver leur lien précis avec les couches plus basses. La plus grande partie de la chromosphère, la partie extérieure au bord ou projetée sur le disque, était alors inaccessible, et l'on pouvait étudier seulement la partie extérieure, c'est-à-dire un simple liséré brillant entourant le bord de la surface et mince au point qu'il n'offrait presque aucun détail.

A partir de 1892, l'observation spectrale photographique (Hale et Deslandres), et le spectrohéliographe dont le premier modèle utile a été réalisé par Hale, ont apporté peu à peu les données nécessaires. De 1892 à 1894, je montre que les premières images du spectrohéliographe représentent la couche moyenne de la chromosphère entière, intérieure et extérieure au bord, j'obtiens la couche basse et j'indique les moyens d'obtenir la couche supérieure. Mais le profit pour le problème qui nous occupe n'a pas été très grand; la couche supérieure était indispensable.

Enfin, en 1908, après avoir organisé à Meudon des spectrohéliographes de grande dispersion, j'ai pu, avec d'Azambuja, photographier les couches supérieures du calcium et de l'hydrogène, bien isolées des couches plus basses; et comme sur nos épreuves les protubérances apparaissent en même temps, avec la même pose que la couche supérieure, il a été possible d'étudier avec précision les liens qui les unissent.

La couche supérieure montre sur son image entière un réseau de lignes noires nouvelles appelées *filaments* et *alignements*, réseau qui est reproduit dans les *Comptes rendus* en 1908, et dans les figures ci-jointes. Or, en général, au point du bord solaire où est une protubérance, aboutit un

([1]) Cela était absolument vrai avant 1908; mais, depuis, nos épreuves de la couche supérieure montrent parfois les protubérances en deçà du bord, lorsque leur base est très large et en avant du contour apparent. On peut alors tracer sur l'image la portion de surface sur laquelle s'appuie la protubérance.

filament ou un alignement, et avec cette particularité que la protubérance est le plus souvent un peu sur le côté (voir *Comptes rendus*, t. 147, 1908, p. 1016; t. 150, 1910, p. 1007; t. 152, 1911, p. 133, et Tome IV des

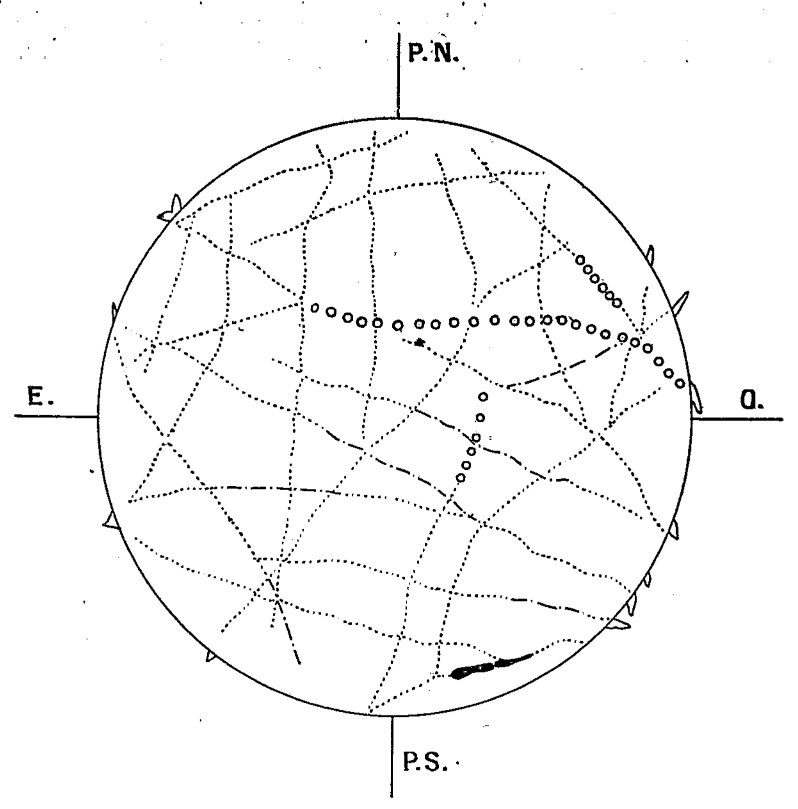


Fig. 1. — Couche supérieure du 27 août 1911.

Cette image et les suivantes donnent les filaments, alignements et protubérances qui sont relevés sur les épreuves de la couche supérieure du calcium, faites avec la collaboration de d'Azambuja.

Les lignes noires continues correspondent aux filaments noirs, et les lignes de petits cercles aux alignements simples brillants. Les autres alignements, formés la plupart d'une ligne légèrement noire et de deux lignes légèrement brillantes, sont représentés, les plus nets par une ligne discontinue de points et traits, et les moins visibles par une ligne de points.

Les protubérances sont indiquées au bord et autant que possible avec leur direction.

Annales de Meudon, 1910, p. 56, 62, 66, 67, 73, 97, 99 et 137). Le réseau spécial de la couche supérieure comprend les points d'émission des protubérances.

Ce résultat est confirmé et complété par la dernière Note de Riccò, qui, avec des relevés anciens de protubérances, faits au bord extérieur pendant 15 jours consécutifs, reconstitue la place de ces protubérances sur le disque

au septième jour. Les protubérances forment sur le disque des files qui, dans leur ensemble, rappellent le réseau de lignes noires de nos épreuves, et qui sont reproduites dans une figure spéciale. Le résultat est fort intéressant et ouvre une nouvelle série de recherches. Mais la figure peut induire en erreur; car les files y sont représentées par de gros traits noirs, comme

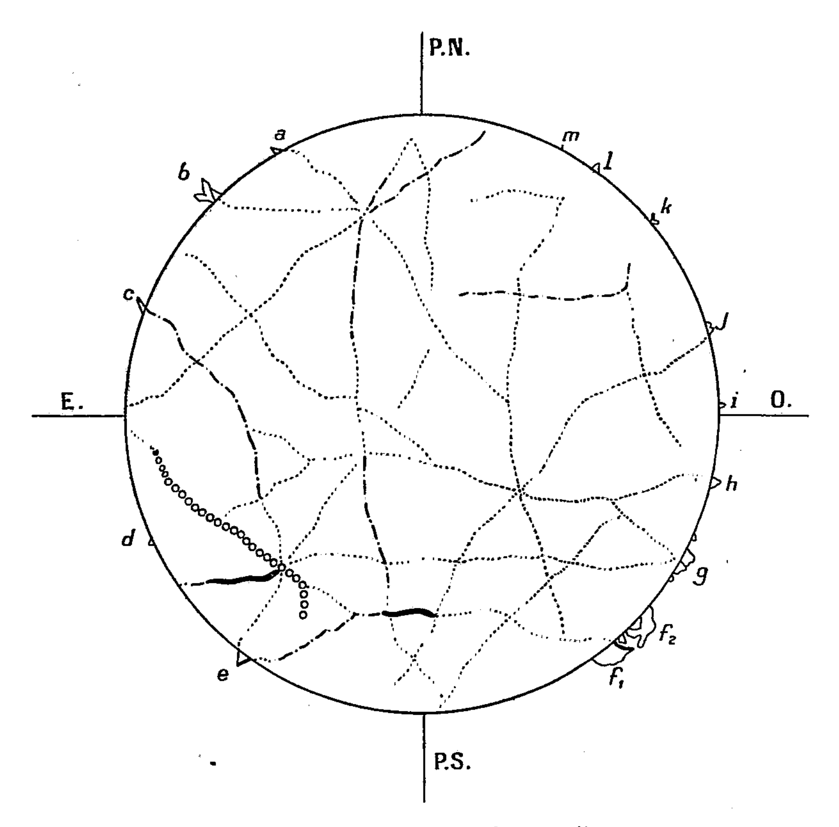


Fig. 2. — Couche supérieure du 17 avril 1912.

si elles étaient toutes des filaments, alors que la plupart, très probablement, devaient correspondre à de simples alignements. Aussi je crois devoir préciser les différences qui séparent les deux sortes de lignes et les protubérances qui leur correspondent.

Le filament qui est bien noir et bien net peut être considéré comme un cas particulier de l'alignement moins noir et moins visible. En général le filament est prolongé jusqu'au bord par un alignement et les alignements sans filament sont plus nombreux et plus longs. Il suffit, pour le constater, de jeter un coup d'œil sur les images de 1908, et sur les images ci-jointes.

La longueur totale des alignements y est de 20 à 40 fois plus grande que celle des filaments.

Le filament est visible à la fois sur nos épreuves du calcium et de l'hydrogène, et mieux sur celles de l'hydrogène; mais, en général, les alignements ne sont discernables que sur l'image du calcium. Il y a là une distinction qui est importante.

Le filament noir est le plus souvent à bords tranchés. L'alignement, d'autre part, offre des bords en général beaucoup moins arrêtés, qui, souvent, sont brillants de chaque côté. Parfois il est à peine noir par rapport au fond, ou même ne l'est pas du tout; et l'on a seulement ses bords, qui sont des lignes brillantes simples ou doubles. Dans les figures ci-contre, les lignes brillantes simples ont été distinguées des alignements ordinaires, qui présentent la plupart une ligne faiblement noire entre deux lignes faiblement brillantes ([1]); et comme, en général, la protubérance correspond au bord solaire à l'une des lignes brillantes, on peut dire que la protubérance est sur le côté de l'alignement noir ([2]).

Les protubérances les plus brillantes ne sont pas liées nécessairement, comme beaucoup le pensent, aux filaments. Car, lorsqu'un beau filament passe au bord, souvent il y fait une échancrure profonde sans être accompagnée d'une protubérance; ou, si la protubérance est présente, elle est faible ou forte seulement sur les côtés. Dans le voisinage, au contraire, un alignement à peine visible aura une protubérance notable. Lorsque les alignements se réunissent en un même point, que j'ai appelé *nœud d'alignement*, lors du passage du nœud au bord, la protubérance est plus large et plus haute.

Tous ces faits sont contraires aux idées de Hale et Evershed, qui présentent les filaments (appelés par eux au début *long dark flocculi*, *absorption markings*) comme la projection des protubérances sur le disque. On peut dire tout au plus que les filaments annoncent ou jalonnent les files de protubérances; mais, comme il est naturel, les protubérances brillantes correspondent à des parties brillantes de la couche supérieure.

Il convient aussi d'élargir le sens du mot *alignement*, et de l'appliquer

---

([1]) Ces lignes brillantes, de chaque côté de l'alignement noir, semblent parfois s'écarter progressivement, et sont alors séparées par une distance notable. Dans ce dernier cas, on peut avoir plus de deux lignes brillantes parallèles.

([2]) Parfois aussi la protubérance est double, et chaque moitié correspond à une des deux lignes brillantes (voir t. IV de Meudon, p. 66 et 67).

non seulement aux lignes noires des images, mais aux lignes brillantes. Nous avons déjà, d'Azambuja et moi, signalé ces lignes brillantes en 1908, et, dorénavant, je les appellerai *alignements brillants*, en réservant plutôt le mot simple d'*alignement* aux lignes légèrement noires. L'alignement offre ainsi une gamme variée d'intensités par rapport au fond, depuis le légèrement brillant jusqu'au très noir. A cette extrémité est le filament, doué de propriétés spéciales, bien visible à la fois avec le calcium et l'hydrogène ([1]).

Le filament a une propriété curieuse, que j'ai signalée en 1909. D'après les mesures de vitesse radiale faites à cette époque au centre de l'astre, mesures qui donnent non la vitesse réelle, mais sa composante verticale, le gaz du filament a constamment un mouvement ascensionnel, d'ailleurs plus ou moins rapide. De plus, les protubérances éruptives en dehors des taches observées, en petit nombre il est vrai depuis 1909, et en général avec un éclat plutôt faible, mais avec une forte vitesse verticale, correspondent à un filament.

Les premiers observateurs ont divisé les protubérances en quiescentes et éruptives; et à ce sujet j'ai écrit dans le Tome IV de nos *Annales*, page 62: « Si l'on excepte les protubérances éruptives voisines des taches, les autres se présentent en général au bord là où aboutit un alignement ». On peut ajouter : les protubérances éruptives, en dehors des taches, doivent être liées non à un alignement, mais à un filament.

Dans sa dernière Note, Riccò écrit que, d'après moi, les filaments et alignements ne sont pas en relation intime avec les taches. Or j'ai présenté autrement le résultat de mes observations. J'ai annoncé seulement que les taches et les filaments n'ont pas de variations exactement parallèles, et j'ai écrit en 1908 : « Cette première étude impose l'idée que les taches et les filaments, bien qu'opposés en quelque sorte, doivent faire partie d'un même grand système et être liées ensemble et à la circulation générale de l'atmosphère ». D'ailleurs les filaments peuvent être divisés en trois grandes catégories : les filaments fins et courbes qui passent par les taches, et qui sont les seuls à rapprocher des couloirs de grains de nos orages, parce qu'ils constituent parfois une sorte de grand tourbillon à axe horizontal (voir t. IV, p. 65); les filaments longs et larges entre les taches, inclinés sur les méridiens, et enfin les filaments polaires.

([1]) Vraisemblablement les couches supérieures du calcium et de l'hydrogène sont à des hauteurs différentes dans l'atmosphère. On est alors conduit à penser que le filament occupe une étendue plus grande dans le sens vertical que l'alignement, ou est à un autre niveau. Il y aurait là une nouvelle différence entre les deux lignes.

Quant aux alignements, ils sont souvent en relation manifeste avec les facules et taches. Les grosses facules sont entourées d'un polygone circonscrit, dont les côtés prolongés sont de grands alignements. Tel est le cas de la facule de la figure 3. Même les alignements qui l'enserrent sont la

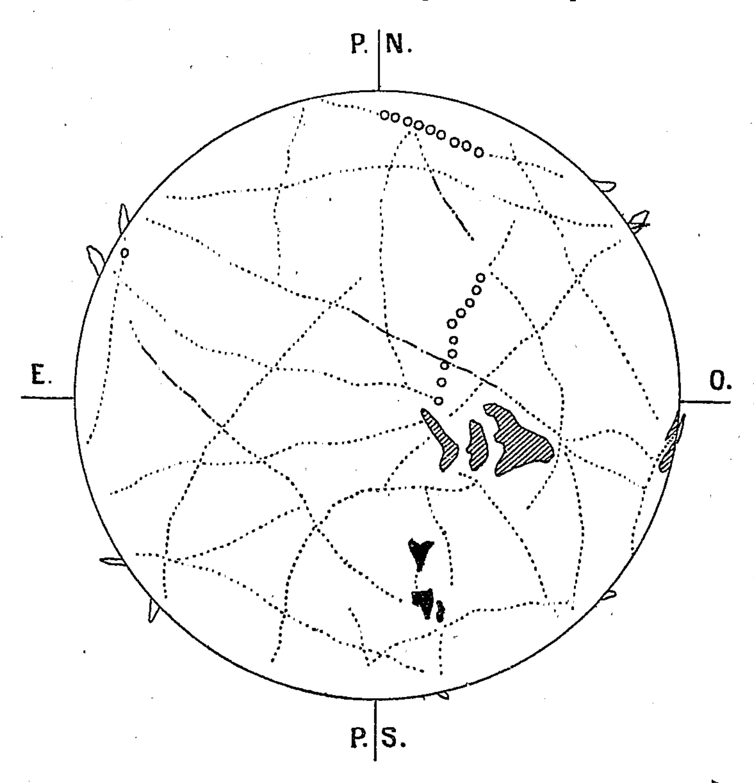


Fig. 3. — Couche supérieure du 2 juin 1912.

plupart des alignements brillants doubles. L'atmosphère solaire est un ensemble dont toutes les parties doivent réagir les unes sur les autres.

2° Nos épreuves de la couche supérieure, qui offrent rapprochés au bord les alignements et les protubérances, ont mis en relief la relation suivante : En général la protubérance a la direction de l'alignement qui lui correspond au bord; elle le prolonge, en faisant à peu près le même angle que lui avec le bord. Cette relation est manifeste sur les figures jointes à la Note; elle se vérifie en particulier avec les protubérances qui sont liées aux courbes polaires d'alignements, et qui donc sont à peu près parallèles à l'équateur (1).

(1) L'alignement, au moins sur une partie notable de sa longueur, se rapproche parfois beaucoup d'un grand cercle ou d'un petit cercle de la sphère solaire. La protubérance manifeste une certaine tendance à rester dans le plan de ce cercle.

Lorsqu'un nœud d'alignement se présente au bord, on distingue souvent dans la protubérance contiguë, alors plus large et plus haute, des jets différents qui prolongent les alignements différents.

Cette propriété curieuse peut s'expliquer en admettant que l'alignement est un courant de circulation de la couche supérieure, comparable, toutes proportions gardées, au Gulf-stream de notre Terre. Le gaz se meut le long de l'alignement; et lorsqu'il est en même temps soulevé par une force verticale, il donne naissance à une protubérance, qui conserve à peu près la direction de l'alignement. Mais ces mouvements doivent s'accorder avec l'accroissement de la vitesse de rotation à la base des protubérances ordinaires, accroissement que j'ai reconnu avec Burson en 1911 sur les épreuves de vitesses radiales [1]. La place manque ici pour discuter tous ces points, et j'expose seulement le fait brut.

Tels sont les premiers résultats qui, certes, sont encourageants, et qui incitent à poursuivre les recherches, surtout dans la direction des vitesses radiales. On comprend d'ailleurs qu'il sera possible de poser des lois générales ou définitives, seulement lorsque l'observation, continue et complète, aura été étendue à une période undécennale entière de l'astre.

MINÉRALOGIE. — *Sur la constitution minéralogique des volcans de l'île de La Réunion.* Note de M. A. **Lacroix**.

Dans une Note antérieure, j'ai montré que, sous la monotonie de la couverture de ses laves superficielles, très analogues à celles du volcan actuel, le Massif plus ancien du Piton des Neiges cache une grande complexité minéralogique; il est constitué par l'accumulation de plus de 3000^m de coulées de laves et de brèches, que traversent des dykes, des sills de roches de composition et de structure variées.

Je me propose de préciser la nature de cet ensemble et de rechercher les

---

[1] Pour expliquer cet accroissement, j'ai admis en 1911 l'action d'un champ magnétique solaire, analogue au champ terrestre, sur les ions solaires qui s'élèvent. Ce champ magnétique doit être conservé; car il explique seul la forme hélicoïdale de certaines protubérances et leurs variations de vitesse radiale avec la hauteur.

Ce champ magnétique agit aussi sur les ions solaires qui se meuvent horizontalement dans l'alignement, et, sous certaines conditions, il provoque leur ascension; ce qui peut s'expliquer la protubérance.

Si la vitesse initiale est forte, le gaz conserve à peu près la direction de cette vitesse; sinon, il paraît suivre la direction du champ magnétique. On pourrait citer des exemples simultanés de ces deux cas extrêmes dans les protubérances.

relations existant entre les divers types pétrographiques qui le constituent. Après avoir étudié leur composition minéralogique et établi les groupes que l'on peut y distinguer, j'ai choisi un exemple moyen de chacun d'entre eux pour leur étude chimique; les analyses qui vont suivre ont été effectuées par M. Boiteau.

Lorsqu'on cherche à mettre en courbes l'ensemble de ces résultats, on constate des variations inextricables; mais si l'on effectue parmi eux un triage, il est possible de mettre en évidence trois séries, qui, à part quelques discordances secondaires, présentent la régularité habituelle aux séries naturelles bien caractérisées.

I. *Série* A. — Cette série comprend des *dunites* intrusives (A^1); des *harrisites* (A^2), c'est-à-dire des péridotites feldspathiques à grands cristaux d'olivine noire; des *picrites feldspathiques*, formant des accidents dans les coulées récentes (A^3) et aussi des dykes dans le Massif du Piton des Neiges; enfin (A^4 et A^5), des *gabbros à olivine*, se rapprochant plus ou moins de la harrisite : comme les deux premières roches, elles forment des dykes dans la Rivière du Mât.

	A^1.	A^2.	A^3.	A^4.	A^5.
SiO^2	39,85	41,68	43,96	45,36	46,77
Al^2O^3	0,65	6,28	9,84	13,56	14,55
Fe^2O^3	»	2,64	3,04	1,88	1,94
FeO	12,95	9,32	10,40	7,34	6,70
MgO	45,09	29,65	20,70	14,58	12,74
CaO	0,99	7,28	7,93	14,17	13,34
Na^2O	0,19	0,44	1,48	1,01	1,47
K^2O	0,09	0,46	0,62	0,20	0,54
TiO^2	0,10	0,49	2,07	0,74	1,46
P^2O^5	0,09	0,06	0,25	0,04	0,18
Perte au feu	»	1,96	0,01	1,18	0,74
	100,00 (¹)	100,26	100,28	100,06	100,43
	V. 1(5).1(1).2. Guinéose.	IV. 1(3).1(1).2. Wherlose.	IV. 1(4).1(1).2. Custérose.	III. 5.4.(4-5). Auvergnose.	

Au point de vue chimique, cette série est caractérisée par sa haute teneur

(¹) Cette composition a été calculée d'après une analyse d'un type de dunite noire très riche en magnétite secondaire et en serpentine : SiO^2 35,12; Al^2O^3 0,56; Fe^2O^3 8,49; FeO 3,78; MgO 39,72; CaO 0,87; Na^2O 0,16; K^2O 0,08; TiO^2 0,09; P^2O^5 0,08; H^2O 10,86 = 99,81.

en magnésie; presque seule dans la dunite, celle-ci est associée à des teneurs croissantes en chaux dans les types suivants. Extrêmement faible tout d'abord, la teneur en alumine et en titane croît avec la silice et la chaux, alors que le fer et la magnésie diminuent. L'anomalie concernant les alcalis et le titane dans A^3 peut être due à ce que cette roche, recueillie dans le volcan moderne, est comparée à d'autres, qui proviennent du Massif du Piton des Neiges.

La caractéristique minéralogique de l'ensemble réside dans la grande abondance de l'olivine.

I. *Série* B. — Cette série renferme : des *microgabbros* (B^1) en filons dans les *gabbros* (B^2) intrusifs de la vallée du Mât; la plupart des laves récentes (basaltes) du Piton de la Fournaise (B^3 moyenne de huit analyses concordantes) et un grand nombre de celles du massif ancien.

	B^1.	B^2.	B^3.
SiO^2	43,28	44,73	48,22
Al^2O^3	13,58	13,30	14,74
Fe^2O^3	5,43	5,42	2,24
FeO	8,03	6,95	9,38
MgO	7,63	9,12	7,01
CaO	13,19	14,16	12,26
Na^2O	2,04	1,66	2,23
K^2O	0,66	0,60	0,89
TiO^2	3,81	2,49	2,72
P^2O^5	0,41	0,16	0,38
Perte au feu	1,82	1,71	0,06
	99,86	100,30	100,11
		III. 3.4.(4-5). Auvergnose.	

A l'inverse de ce qui a lieu dans la série précédente, ici la chaux prédomine sur la magnésie; l'alumine varie peu, la proportion du titane, du Fe^2O^3, des alcalis est un peu plus grande que précédemment, ce qui, au point de vue minéralogique, entraîne la réduction ou même l'absence de l'olivine, la présence d'une quantité plus grande de plagioclases et de magnétite. A ce point de vue, il est intéressant de comparer le basalte B^3 pauvre en olivine et le gabbro A^5 très riche en ce minéral, ces deux roches renfermant presque la même proportion de silice.

III. *Série* C. — Cette série comprend des types variés : C^1 *gabbro essexi-*

tique, en dykes à Cilaos; C[2], *basalte ophitique* des Avirons (coulée); C[3], *trachyandésite à olivine*, rappelant la *mugéarite* de l'île de Skye, en coulées à Bellouve; C[4], *akérite* à structure diabasique (dyke), dans le Bras Rouge de Cilaos; C[5], *trachyte phonolitique* du Bras des Demoiselles à Salazie (dyke?); C[6], *trachyte phonolitique* du Ravin des Fleurs jaunes; enfin C[7], *syénite quartzifère à ægyrine et katoforite* (sill de la Chapelle à Cilaos).

	C[1].	C[2].	C[3].	C[4].	C[5].	C[6].	C[7].
SiO^2........	45,57	48,63	53,04	59,95	61,98	61,49	64,01
Al^2O^3.......	17,16	17,01	17,34	17,47	17,79	18,25	13,96
Fe^2O^3......	3,64	2,92	2,12	2,59	3,34	1,77	7,31
FeO........	8,41	8,85	6,96	3,15	2,61	3,13	0,20
MgO.......	5,33	3,87	2,49	1,18	0,59	0,41	0,21
CaO........	10,35	7,90	5,86	3,25	2,82	1,65	1,02
Na^2O.......	3,10	3,98	5,61	6,38	5,59	6,78	5,30
K^2O........	1,88	1,76	3,00	2,98	3,65	5,47	5,10
TiO^2	2,82	4,02	2,12	1,57	0,72	0,51	1,66
P^2O^5.......	0,54	0,77	0,83	0,02	0,29	0,09	0,08
Perte au feu.	0,94	0,22	0,37	1,04	0,37	0,26	1,38
	99,74	99,93	99,74	99,88	99,80	99,81	100,23
	III. 5.3.4. Camptonose.	II. 5.3.4. Andose.	II. 5.2.4. Akérose.		I. 5.2.4. Laurvikose.	I. 5.1.4. Nordmarkose.	I. 5.1.3 Liparose.

Cette série est beaucoup plus étendue que les précédentes; dans les types de teneur en silice analogues à ceux étudiés plus haut, on constate la diminution consécutive de la magnésie et de la chaux, l'augmentation de l'alumine et des alcalis; cette augmentation, sans accroissement corrélatif de la silice, entraîne la production d'un peu de néphéline dans C[1] et l'abondance du péridot dans toutes ces roches; en effet, la comparaison de C[2] et de B[3] montre que dans ces basaltes, identiques comme teneur en silice, c'est le moins magnésien qui est le plus péridotique et cette particularité d'apparence paradoxale est encore plus frappante dans C[3], qui, avec moins de magnésie et plus de silice, renferme encore notablement de péridot.

Dans les types les plus siliceux de la série, les caractéristiques chimiques s'accentuent : persistance de la teneur en alumine, sauf dans le terme extrême; diminution progressive de la chaux et de la magnésie, du titane en même temps que croissent la silice et les alcalis; parmi ceux-ci, la soude prédomine, mais elle augmente moins vite que la potasse, il y a presque égalité en poids dans la syénite et l'on peut penser que s'il existe des gra-

nites ayant échappé à mes recherches, ils renferment probablement un excès de potasse sur la soude, excès réalisé dans une roche exceptionnelle, dont il va être question plus loin.

La composition chimique de ces différentes séries montre que A et B appartiennent au *groupe subalcalin* et C au *groupe alcalin* entre lesquels se partagent toutes les roches éruptives.

La grande masse de l'île est constituée par les types basaltiques, dont la richesse en silice est comprise entre 45 et 49 pour 100, mais le type mugéarite paraît jouer aussi un rôle important.

Il eût fallu de longs mois d'observation sur le terrain, — et je n'ai pu en disposer que d'un seul, — pour établir d'une façon rigoureuse l'ordre de succession dans le temps de ces diverses roches qui, avec quelques picrites feldspathiques, constituent exclusivement les coulées, sous la réserve indiquée plus loin et aussi des dykes et des sills. Comme première approximation on peut établir que les coulées les plus anciennes sont de nature basaltique : la mugéarite constitue à peu près à mi-hauteur du volcan des coulées (ou des sills) alternant avec des basaltes (Cilaos; falaise de Bellouve); elles sont recouvertes elles-mêmes par des épanchements basaltiques; enfin les dernières éruptions du Piton des Neiges et les produits du volcan moderne sont encore de nature basaltique (B^3).

Quant aux termes extrêmes, les plus basiques et les plus acides, si l'on excepte la picrite feldspathique, qui se trouve indifféremment en coulées et en dykes et qui est assez abondante, ils paraissent beaucoup moins importants comme masse. Ils se trouvent en sills et en dykes [1]. Leur âge absolu ne peut être fixé, mais il est possible de constater qu'ils montent fort haut dans les agglomérats du Piton des Neiges; ils sont, au moins en partie, postérieurs aux épanchements de mugéarite.

De même, il est difficile d'établir leur âge relatif, mais j'ai vu les péridotites de la série A traversées non seulement par les gabbros de la même série, mais encore par le gabbro B^2. Dans la série C, la syénite quartzifère est postérieure au gabbro.

Le sol de la Réunion étant exclusivement volcanique, on ne peut faire intervenir aucune action extérieure, voisine de la surface, pour expliquer

(1) Il est possible cependant qu'il existe quelques coulées trachytiques et, dans ce cas, elles seraient postérieures à la mugéarite; j'ai, en effet, recueilli des blocs de trachyte sur le plateau de Bellouve, mais c'était au milieu de la forêt et il m'a été impossible de déterminer leur mode de gisement.

les variations de composition de ses roches et elles ne peuvent être considérées autrement que comme les divers termes de la différenciation d'un même magma [1]; l'existence des trois séries et des anomalies dont je vais m'occuper prouve que ces différenciations ne se sont pas effectuées dans une direction unique.

Indépendamment de l'association intime de ces roches les unes avec les autres et de leur composition, leur parenté est encore mise en évidence par quelques faits d'observation directe. Dans les laves récentes, la fréquence de traînées de picrite feldspathique (A^3) est la preuve d'une différenciation par cristallisation, s'effectuant dans le basalte B^3; c'est une réminiscence actuelle d'un phénomène qui s'est produit à nombreuses reprises dans l'histoire ancienne du Massif du Piton des Neiges, soit sous la même forme, soit sous celle de genèse de toute la série A aux dépens du magma moyen.

Un dyke du Bras Rouge de Cilaos permet de saisir un stade incomplet de différenciation ; il est constitué par une roche extrêmement hétérogène, à gros grain, de nature gabbroïque, tachetée de noir et de blanc suivant l'abondance plus ou moins grande des minéraux ferro-magnésiens ; le type le plus basique a été analysé (*a*) ; l'ensemble est traversé par des veinules blanches de quelques centimètres d'épaisseur, passant peu à peu aux taches blanches ; leur composition minéralogique est celle d'une sorte de *monzonite* (*b*). On voit que le type le plus basique se rapproche de la série C, mais qu'il est plus riche en potasse; par contre, le type *b* est assez analogue à l'akérite, dont il se distingue cependant par le renversement des proportions relatives des alcalis. Je donnerai, en outre, pour terminer l'analyse (*c*) d'un *basalte* à grands cristaux de plagioclases de Cilaos, qui serait intermédiaire entre A^3 et B^3, n'était sa richesse en potasse et enfin celle (*d*), de la *labradorite* à grands cristaux d'anorthite des Avirons, qui se rapproche de la série C par l'ensemble de ses caractères, mais qui possède la même teneur en alcalis que B^3.

---

(1) Je pense qu'on aurait une approximation suffisante de la composition de ce magma en faisant la moyenne de la série B additionnée des roches C^1 à C^3.

	a.	b.	c.	d.
SiO^2	47,38	58,54	46,70	46,27
Al^2O^3	11,51	16,69	13,21	18,43
Fe^2O^3	5,17	3,41	2,62	3,98
FeO	8,49	3,76	7,26	8,22
MgO	6,87	1,60	11,48	3,75
CaO	11,43	3,08	9,76	12,33
Na^2O	2,02	3,82	2,28	2,58
K^2O	1,76	6,83	1,36	0,96
TiO^2	3,65	1,34	2,36	2,98
P^2O^5	0,52	0,35	0,31	0,33
Perte au feu	0,97	0,33	2,44	»
	99,77	99,75	99,72	99,83

En résumé, ce qui caractérise essentiellement la minéralogie de la Réunion, c'est la production dans un même volcan et aux dépens d'un même magma de types bien caractérisés de roches subalcalines et de roches alcalines, que pendant si longtemps on a été porté à considérer comme ayant nécessairement une origine indépendante et que plus récemment encore plusieurs éminents pétrographes ont considéré comme localisées dans des régions distinctes du monde suivant des règles géographiques bien définies (faciès pacifique et faciès atlantique).

Cette conclusion est en concordance avec celles que j'ai tirées, il y a peu de temps, de l'étude des roches de Tahiti, avec celle que M. Weber a formulée à la suite de son étude des îles Samoa, que M. Whitman Cross et M. Daly ont énoncées tout récemment à la suite de leurs travaux sur Hawaï. La comparaison avec les îles Hawaï est d'autant plus intéressante, que les volcans actifs de cette région et celui de la Réunion présentent la plus grande analogie, à la fois dans leur mode de dynamisme et dans la nature des laves qu'ils émettent actuellement.

L'étude que j'achève des roches volcaniques de Madagascar me permettra de revenir sur cette question d'une grande importance théorique.

ASTRONOMIE. — M. **Verschaffel**, au nom de l'Observatoire d'Abbadia, présente à l'Académie des Sciences le Tome XI de ses *Observations méridiennes*. C'est le sixième et le dernier qui sera publié sur les observations des étoiles de repère de la zone photographique de l'Observatoire d'Alger.

Les 70000 observations, environ, seront résumées dans un catalogue qui pourra paraître dans trois ans.

Les observations de ce dernier Volume ont été réduites par une méthode spéciale qui est expliquée et justifiée dans l'Introduction.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse ampliation du Décret qui statue sur les libéralités faites par Mme *Gabrielle Dudevant*, dite *Sand*, au profit de l'Académie des Sciences.

Il est donné lecture de ce Décret.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Les deux premiers Volumes de la série II des *Œuvres d'Euler*, publiés sous le titre : Leonhardi Euleri *Mechanica, sive motus scientia analytice exposita*, edidit Paul Staeckel ;

2° Ernest Lebon. *Hommage à Henri Poincaré ;*

3° Venturino Sabbati. *I vulcani dell' Italia centrale e i loro prodotti.* Parte secunda : *Vulcani cimini.* (Présenté par M. A. Lacroix.)

ASTRONOMIE. — *Remarques sur la forme de la Lune et du Soleil.* Note de M. **Fred Vlès**, présentée par M. Deslandres.

On sait que, dans une Note récente relative à l'étude cinématographique de la dernière éclipse solaire, M. Costa-Lobo (1) a conclu, de certains détails de la répartition des grains de Baily sur son film, à un faible aplatissement de la Lune dans le sens perpendiculaire à sa trajectoire. On pourrait se demander si la simple répartition asymétrique d'accidents en somme purement locaux du relief périphérique de notre satellite est suffisante pour jus-

(1) Costa-Lobo, *Comptes rendus*, 1912, p. 1396.

tifier cette opinion, et jusqu'à quel point, d'autre part, la forme propre du Soleil peut entrer en ligne de compte dans l'aspect de pareils phénomènes.

Nous avons recherché à cet effet si, par des mesures sur notre propre film de l'éclipse ([1]), nous ne pourrions pas obtenir un certain nombre de notions d'un ordre correspondant, corroborant ou complétant la conclusion de M. Costa-Lobo.

Notre film (pris à Cacabelos, Espagne) nous a montré une éclipse légèrement asymétrique, suffisamment décentrée pour que le bord solaire se présente sous forme d'un mince croissant continu tournant autour de la Lune, mais assez peu cependant pour que le bord lunaire opposé au croissant se perle encore d'un petit nombre de grains de Baily. Nous avons fait au microscope sur le film une série assez longue de mesures, qu'on trouvera ci-après, portant sur les principales caractéristiques de la rotation du croissant solaire : longueur de sa corde, de sa flèche, en fonction de l'inclinaison de cette corde sur un horizon fixe (grand côté du rectangle photographique, différant très peu de l'horizon E-W du lieu). Cette étude nous montre que la corde et la flèche, quoique leurs variations ne soient pas toujours extrêmement régulières du fait de l'isolement ou de l'englobement brusques de grains de Baily par les cornes du croissant, présentent un minimum parfaitement net, *ne coïncidant pas du tout*, contrairement à ce qu'on eût pu penser à priori, *avec l'instant où le croissant est au milieu de sa rotation, c'est-à-dire où sa corde est parallèle à la trajectoire de la Lune* (ou, ce qui revient à peu près au même, à la droite unissant les contacts d'entrée et de sortie). Le minimum est suffisamment antérieur au moment de ce parallélisme (près d'une centaine d'images, correspondant à une variation angulaire de la corde de plus de 30°) pour qu'on ne puisse pas attribuer le fait à une erreur de pointé.

Or, si l'on examine le problème expérimentalement, en faisant circuler les uns devant les autres, dans des conditions de dimensions et de positions comparables à celles de notre éclipse, différentes figures géométriques (cercle devant cercle, cercle devant ellipse, ellipse devant cercle, ellipse devant ellipse), on constate que *la condition du minimum de la corde (et de la flèche) antérieur au parallélisme de cette corde avec la trajectoire ne peut pas être réalisée avec deux cercles;* elle nécessite que l'une des figures *au moins* ne soit pas un cercle. En faisant passer une ellipse devant un cercle, le grand

([1]) F. Vlès et J. Carvallo, *Comptes rendus*, 1912, p. 1142.

axe de l'ellipse étant sur la trajectoire (condition de M. Costa-Lobo), le minimum ne se produit pas non plus à sa place réelle. On peut l'obtenir par contre lorsqu'on fait passer un cercle devant une ellipse de grand axe N-S (le minimum est alors atteint lorsque la corde paraît approximativement parallèle à la bissectrice de l'angle formé par la trajectoire et le petit axe de l'ellipse); ou bien lorsqu'on fait passer une ellipse, de grand axe sur la trajectoire, devant une autre ellipse, de grand axe N-S; ou enfin, dans certains cas particuliers, lorsqu'on fait passer devant un cercle une ellipse dont aucun des axes n'est confondu avec la trajectoire.

Ces différentes conditions, qui pourront vraisemblablement être précisées bien davantage analytiquement, nous conduisent donc dès maintenant à des probabilités *pour la forme non circulaire d'au moins un des astres en présence*. Il est intéressant de noter, à titre de complément de la conclusion de M. Costa-Lobo, que plusieurs auteurs tendent à admettre pour le Soleil un diamètre polaire plus grand que le diamètre équatorial.

MINÉRALOGIE. — *De l'influence de la vitesse d'attaque de la calcite par les acides sur la forme des figures de corrosion de ce minéral.* Note de M. **Paul Gaubert**, présentée par M. A. Lacroix.

On sait que la forme des figures de corrosion de la calcite varie, non seulement avec la nature de l'acide employé, mais aussi avec son degré de dilution et la température. En outre, dans certaines conditions, les divers corrosifs donnant habituellement des figures de forme différente, peuvent aussi produire des cavités polyédriques à peu près identiques [1]. Le but de cette Note est d'étudier l'influence de la vitesse d'attaque du cristal sur la production des faces limitant les figures de corrosion.

Des rhomboèdres de clivage de calcite et de dolomite ont été attaqués par les acides chlorhydrique, azotique, formique et acétique à divers degrés de concentration. La vitesse d'attaque [2] a été mesurée en déterminant la perte de poids subie par le carbonate étudié, dont la superficie des faces de clivage, aussi parfaites que possible, peut être mesurée exactement. Pour

(1) P. Gaubert, *Bull. de la Soc. fr. de Minéralogie*, t. XXIV, 1901, p. 326.

(2) La vitesse d'attaque de la calcite par les acides a été déjà mesurée par Lavizzari, W. Spring, G. Cesarò, A. Hamberg, mais les résultats obtenus sont incomplets pour traiter le sujet dont il est ici question.

que la concentration reste à peu près constante pendant la durée de l'expérience, j'ai employé de grandes quantités de liquide (1 litre) par rapport à la surface du cristal (4^{cm^2} à 6^{cm^2}), qui était suspendu et continuellement agité dans la solution. L'attaque a duré de 30 secondes à 5 minutes, suivant l'activité de l'acide et son degré de dilution.

J'ai pris comme vitesse d'attaque le nombre de milligrammes dissous en une seconde sur un centimètre carré. Les expériences ont été faites à la température de 24°-25° C°. Quelques-uns des résultats obtenus sont mentionnés dans le Tableau suivant :

Calcite.								Dolomite.			
HCl : 22° B.		AzO^3H : 36° B.		CH^2O^2 : 25/26.		$C^2H^4O^2$ cristallisable.		HCl : 22° B.		AzO^3H : 36° B.	
p. 100	mg	p. 100	mg	p. 100	mg	p. 100	mg	p. 100	mg	p. 100	mg
100	0,552	100	0,556	50	0,0537	25	0,0117	100	0,0116	100	0,014
75	0,827	50	0,909	25	0,055			50	0,00825		
66	0,916	25	0,655	12,5	0,051						
50	0,833	12,5	0,273	6	0,030						
33	0,783	6	0,0952	3	0,015						
25	0,575	3	0,038								
20	0,550	2	0,0156								
10	0,165	1	0,0082								
	0,100										
5	0,081										
4	0,064										
3	0,047										
2	0,032										
1	0,016										
0,5	0,008 [1]										

Si l'on examine maintenant la forme des figures de corrosion obtenues avec les acides étudiés, on peut faire les remarques suivantes :

1° Avec des solutions d'acide chlorhydrique et d'acide azotique attaquant la calcite avec une vitesse supérieure à $0^{mg},030$, les figures sont limitées en bas (côté opposé au sommet du rhomboèdre) par un rhomboèdre direct a^x, ou par deux faces d'un scalénoèdre, et en haut, par un ou deux scalénoèdres (avec des solutions présentant le maximum d'activité, on ne constate que le rhomboèdre direct et un scalénoèdre) [2].

(1) L'activité n'est proportionnelle à la concentration que dans le cas où les acides sont dilués.

(2) Des photographies des figures de corrosion seront publiées dans un autre Recueil.

2° Avec ces deux mêmes acides plus dilués et avec l'acide acétique, les figures de corrosion sont limitées en haut par un rhomboèdre direct e^x, alors que le rhomboèdre direct a^x du bas peut faire défaut. C'est surtout le plus ou moins grand développement du rhomboèdre e^x qui caractérise la forme des figures de corrosion de la calcite.

3° La dolomite attaquée par les acides chlorhydrique et azotique concentrés, dont la vitesse d'attaque est très faible, comme l'indique le Tableau ci-dessus, présente des figures, qui ont une forme analogue à celles obtenues avec la calcite dissoute par l'acide acétique (¹). La sidérose et les autres carbonates rhomboédriques, attaqués faiblement par les acides, donnent des figures montrant le rhomboèdre direct e^x, comme la dolomite.

Par conséquent, l'influence de la vitesse d'attaque sur les faces limitant les figures de corrosion est très manifeste dans les carbonates rhomboédriques. Comme cette vitesse augmente très rapidement avec la température, les figures de la calcite obtenues à chaud peuvent être différentes de celles obtenues à froid. Ainsi, avec l'acide acétique cristallisable à 12 pour 100 bouillant (vitesse d'attaque de la calcite $0^{mg},085$), on obtient des figures montrant le rhomboèdre a^x, qui fait défaut dans l'attaque à froid.

BOTANIQUE. — *Maturation artificielle lente de la datte Deglet-nour.* Note de M. **Walter T. Swingle**, présentée par M. Guignard.

En 1900, j'ai introduit des dattiers de l'Algérie aux États-Unis. On en planta en Arizona et Californie dans les régions désertiques les plus chaudes de ces États. Déjà, en 1903, les dattiers Deglet-nours commencèrent à porter du fruit. Ils en portèrent tous les ans après; mais jusqu'à présent les dattes n'ont pas bien mûri sur l'arbre, quoique la chaleur totale à laquelle elles ont été exposées dépasse même, dans quelques-uns de ces endroits, la somme de chaleur que j'ai calculée comme étant nécessaire à leur maturation dans le Sahara algérien (²).

Il est donc devenu nécessaire de chercher des moyens pour la maturation

(¹) Les figures de la dolomite, surtout si elle contient du fer ou un excès de carbonate de chaux, sont asymétriques (Tschermak, Becke).

(²) Walter T. Swingle, *The Date Palm and its Utilization in the Southwestern States* [*B. P. I.*, *U. S. Dept. Agriculture* (Wash. D. C.), Bull. 53, 28 avril 1904, p. 1-155, *fig.* 1-10, *Pl. I-XXII*].

artificielle de ces dattes. M. H.-B. Slade et M. A.-E. Vinson ([1]), de l'Université d'Arizona, ont fait des recherches détaillées sur les transformations chimiques que subissent les dattes pendant leur maturation, dans l'espoir de trouver un procédé chimique pour les faire mûrir artificiellement. En 1910, M. Geo F. Freeman ([2]), de cette même Université, a trouvé dans l'incubation un système de maturation rapide, qui est bien supérieur à tout ce qu'on a fait jusqu'ici par des moyens chimiques.

Mon chef de cultures à Indio et Mecca (Californie), M. Bruce Drummond, a perfectionné ce système de maturation par incubation à un tel point qu'à une température de 43°-49° C. il peut faire mûrir des dattes dans moins de 24 heures, avec presque la même proportion de sucre de canne et de sucre interverti que dans les dattes d'Algérie. Il en résulte des fruits très appréciés sur les marchés américains.

Je voudrais parler ici d'un autre système de maturation artificielle qui est peut-être encore plus important que celui par incubation. C'est une maturation artificielle lente à basse température.

Mon attention a été attirée sur ce procédé de la façon suivante : vers la fin du mois de novembre 1910, en venant de Mecca (Californie) à Washington, j'ai rapporté dans ma valise un régime du dattier Deglet-nour chargé de dattes pas encore mûres, mais dans la condition la plus favorable à l'incubation.

J'ai été 10 jours en route (du 23 novembre au 4 décembre) et pendant ce temps-là ma valise était ou dans un wagon-lit ou dans un hôtel, l'un et l'autre chauffés à la vapeur à une température moyenne de 20°-30° C. A mon arrivée à Washington, je fus étonné de trouver dans ma valise, non pas des fruits jaunâtres, âpres et immangeables, mais au contraire des dattes ambrées, translucides, et d'un goût et parfum exquis, bien supérieures à celles mûries par l'incubation. Elles avaient même ce goût particulier de Deglet-nour tant apprécié par les amateurs de cette variété.

L'idée me vint que cette maturation lente, qui s'était passée dans ma valise, devait avoir lieu jusqu'à un certain point dans les caisses de dattes qu'on envoie du Sahara algérien ou tunisien à Biskra ou à Marseille pour l'emballage et l'exportation. Ces caisses sont oblongues ($16^{cm} \times 32^{cm} \times 64^{cm}$) et contiennent à la fois des dattes détachées et des dattes en branche. Elles sont transportées à dos de chameau pendant 2 à 5 jours, selon la distance de l'oasis au chemin de fer. Sans doute la température, dans ces boîtes, est assez élevée pour que la maturation lente du fruit ait lieu.

En décembre 1911, j'ai accompagné mon ami et collègue, M. le Dr Trabut, dans les

---

([1]) A.-E. Vinson, *Chemistry and Ripening of the Date* (*Univ. Arizona Agr. Exp. Sta.*, Bull. 66, 1er mai 1911, p. 403-436, *fig.* 1-3).

([2]) G.-F. Freeman, *Ripening Dates by Incubation* [*Univ. Arizona Agr. Exp. Sta.*, Bull. 66 (and vignette on title page), mai 1911, p. 427-456, *fig.* 4-7].

oasis aux environs de Biskra, afin d'étudier les dattiers et leurs maladies (¹). M. P. Osval, régisseur desoasis El-Amri et Foughala, à l'ouest de Biskra, nous montra des caisses de dattes Deglet-nours. On avait mis ces dattes en caisse lorsqu'elles montraient d'un côté des taches plus ou moins translucides. Ces dattes étaient pour la plupart détachées, mais il y en avait aussi en branche. Après 8 ou 10 jours dans le magasin, ces fruits étaient devenus mûrs et ne laissaient rien à désirer ni pour la couleur ni pour le goût.

Ce que M. Osval avait fait exprès arrive dans la plupart des envois des dattes du Sahara, sans qu'on y fasse attention. Il faut cueillir les dattes avant qu'elles soient toutes mûres pour qu'elles arrivent à destination en bon état, et ces fruits mûrissent en route.

Il faut considérer la maturation des dattes comme étant composée de deux phases assez distinctes. La première, qu'on pourrait appeler la « maturation botanique », est atteinte aussitôt que le fruit est arrivé à sa grandeur définitive, ayant la graine mûre. Les dattes, dans cette condition, sont grosses et lisses, jaunes ou rouges, suivant la variété. Elles sont très astringentes et pas comestibles.

La seconde phase est la vraie maturation ; elle consiste dans des transformations chimiques complexes. Le sucre de canne devient sucre inverti et le tannin libre est déposé sous forme insoluble dans les cellules géantes qu'ont décrites Tichomirow (²), Kearney (³) et Lloyd (⁴).

La maturation botanique est simplement atteinte avec le concours d'une somme suffisante de chaleur, somme tellement grande pour les variétés tardives qu'elle est seulement réalisée dans les régions ayant un climat désertique extrême.

Au contraire, dans la vraie maturation, l'humidité joue un rôle essentiel. On ne peut faire mûrir les dattes artificiellement ni par incubation, ni par le système lent si l'atmosphère est sèche. Dans la maturation artificielle, il faut que l'air qui entoure les fruits soit saturé de l'humidité qui se

(¹) TRABUT, *Sur une maladie du Dattier, le khamedj ou pourriture du régime* (*Comptes rendus*, t. 154, séance du 29 janvier 1912; p. 304-305),

(²) W. TICHOMIROW, *Sur les inclusions intracellulaires du parenchyme charnu de certains fruits : Datte, Kaki, Jujube, Anone et Chalef* (*Comptes rendus*, t. 139, 2ᵉ semestre 1904, nᵒ 4, séance du 25 juillet, p. 305-306).

(³) T.-H. KEARNEY, *Date Varieties and Date Culture in Tunis* [*B. P. I. Dept. Agric.* (Wash., D. C.,), Bull. 92, 6 septembre 1906, p. 1-112, *fig.* 1-52, *Pl. I-X*].

(⁴) FRANCIS-E. LLOYD, *Développement and Nutrition of the Embryo, Seed and Carpel in the Date* Phœnix dactylifera *L.* (*Ann. Rep. Missouri, Bot. Gard.*, t. XXI, p. 105-164, *fig.* A-B, *Pl. XV-XVIII*).

dégage des dattes au fur et à mesure qu'elles se sèchent et se rident. En effet, les caisses provisoires dans lesquelles on envoie les dattes Deglet-nours des oasis à Biskra, Alger ou Marseille, contiennent un mélange de dattes en branche et détachées, de sorte que l'espace entre ces branches est occupé par de l'air humide. Le Deglet-nour peut mûrir sur l'arbre dans beaucoup d'oasis du Sahara algérien et tunisien; mais la sécheresse extrême de l'automne dans les déserts du sud-ouest des États-Unis y empêche la maturation parfaite sur l'arbre (¹). Les dattes y arrivent à pleine grandeur en septembre ou octobre, puis elles se sèchent sur l'arbre, en se ridant plus ou moins. Il en résulte une datte qui ressemble beaucoup plus aux dattes sèches, comme le M' Kentichi, qu'à la variété Deglet-nour, telle qu'on la connaît en Algérie et Tunisie.

Il est possible qu'un bon système de maturation artificielle lente pour la datte Deglet-nour prenne de l'importance dans le commerce du Sahara algérien et tunisien.

Il reste à préciser par des expériences les moyens les plus efficaces pour la maturation artificielle lente, c'est-à-dire les conditions d'humidité et de température qui donnent les résultats les plus heureux.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Une maladie du maïs de Cochinchine.* Note de MM. **Foëx** et **P. Berthault**, présentée par M. Prillieux.

Des échantillons d'épis de maïs malades ont été envoyés à la Station de Pathologie végétale par M. Morange, directeur des services agricoles et commerciaux de la Cochinchine. L'étude en avait été entreprise par M. Ali Riza, sous la direction de M. Griffon; elle a été interrompue par la mort de M. Griffon et le départ de M. Riza; nous l'avons reprise et poursuivie.

Les épis de maïs attaqués présentent des altérations visibles à l'œil nu. Leur axe a un aspect grisâtre et tend à s'effriter. Les pièces des épillets sont brunies, alors que parfois les caryopses qu'elles entourent restent sains; très souvent cependant le péricarpe est également noirci, soit seulement à sa base, soit plus haut, suivant toute sa

(¹) M. B. Drummond, en faisant couler l'eau le long d'un rang de palmiers, jour et nuit pendant 6 semaines de l'automne de 1911, a réussi à faire mûrir des dattes sur l'arbre, tandis que les autres dattiers qui ne jouissaient pas de cette irrigation abondante ne mûrirent pas leur fruit.

surface. Vu sur une coupe, le grain présente assez fréquemment une zone noire correspondant au péricarpe, tandis que l'embryon et l'albumen restent sains. Dans d'autres cas très nombreux le contraire a lieu, la limite entre les deux organes apparaissant toujours avec une aussi grande netteté que quand on traite une section de grain de maïs par de l'eau iodée.

Sur le péricarpe, surtout dans la partie supérieure du grain, se montrent de petites pustules brunâtres.

La maladie est manifestement due à un champignon dont on observe le mycélium dans toutes les régions attaquées. Dans l'axe de l'épi on voit des filaments cloisonnés brunâtres, relativement minces, qui glissent entre les cellules; dans les glumes et le raphé, les hyphes sont plus épaisses et d'une coloration plus foncée. Dans les grains, le mycélium se loge, soit dans l'intérieur du péricarpe, soit à la limite entre cette région et l'assise protéique. Quand il est situé entre le péricarpe et l'albumen, il devient parfois plus ou moins toruleux et constitue de place en place des pelotonnements assez serrés qui forment presque un pseudoparenchyme. C'est à partir de ces masses mycéliennes que s'effectue la pénétration dans l'albumen suivant un mode qui rappelle celui qu'emploie le rhizoctone de la luzerne pour rompre la couche liégeuse et envahir le parenchyme extraligneux. Ici, c'est l'assise protéique qui paraît constituer l'obstacle. Pour le franchir, les filaments du mycélium s'unissent en formant des faisceaux de pénétration. On voit ces groupements d'hyphes rompre des cellules à aleurone qui seront entièrement occupées par ces éléments. Lorsque les faisceaux arrivent au contact de l'albumen amylacé, ils s'y épanouissent en quelque sorte, leurs filaments s'allongent et se ramifient de façon à occuper les espaces intercellulaires. Les cellules de l'albumen paraissent encadrées par de gros filaments noueux et d'un brun foncé. Une fois que le parasite occupe ainsi les espaces intercellulaires, il pousse des filaments un peu plus grêles qui pénètrent dans l'intérieur des cellules et s'insinuent entre les grains d'amidon. Ceux-ci se corrodent, se fissurent à partir de l'extérieur et présentent tous les caractères de grains d'amidon en voie de digestion.

Si l'on pratique des coupes transversales passant par les petites pustules brunes qu'on voit sur le péricarpe, on constate qu'il existe là un stroma mycélien, plus ou moins volumineux, qui s'est développé entre le péricarpe et l'assise à aleurone. Des pycnides s'y trouvent engagés dans le stroma, mais ils sont en général assez superficiels et toujours bien individualisés. Leur forme est assez variable; en coupe longitudinale, ils apparaissent tantôt arrondis, tantôt plus ou moins allongés. Ils sont toujours groupés,

accolés les uns contre les autres, au nombre de 10 à 15, et serrés de telle sorte qu'ils prennent des formes irrégulières, parfois plus ou moins anguleuses. Chacun de ces conceptacles possède à la partie externe une enveloppe de couleur brun foncé qui revêt un pseudoparenchyme blanc formant le noyau du pycnide. Les stylospores contenus à l'intérieur sont ovales, ovoïdes, parfois presque cylindriques. Leur membrane est incolore et lisse; leur protoplasma, finement granuleux, n'est divisé par aucune cloison. Ces stylospores sont accompagnés de paraphyses.

Ces caractères permettent de ranger ce champignon dans le genre *Dothiorella*, dont il paraît être une espèce nouvelle, pour laquelle nous proposons le nom de *Dothiorella Zeæ*.

Ce champignon a pu être cultivé dans le laboratoire sur bouillon, gélose et pomme de terre; il s'y est développé avec activité en constituant des revêtements épais de mycélium noir, mais il n'a pas produit de fructifications.

Il n'a été adressé à la Station de Pathologie végétale aucun renseignement sur les conditions dans lesquelles se produit l'infection du maïs en Cochinchine, et nous ne savons pas comment le parasite évolue dans son hôte. Des essais de contamination du maïs par le mycélium cultivé sur bouillon n'ont pas produit l'infection. Il nous est donc impossible de donner aucune indication sur le traitement à tenter pour combattre cette maladie.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence de la température sur la nucléase.* Note de M. **E.-C. Teodoresco**, présentée par M. Gaston Bonnier.

A ma connaissance il n'existe pas de recherches sur la variation que subit l'activité de la nucléase (qui en réalité est un mélange d'enzymes) suivant la température à laquelle on l'a préalablement portée. Il est vrai que Fritz Sachs ([1]) donne, incidemment, dans un de ses travaux, un renseignement à ce sujet. Cet auteur, recherchant l'action que pourrait avoir la trypsine pancréatique sur la nucléase, emploie à cet effet, d'une part une macération normale A de pancréas, de l'autre une macération bouillie B du même organe. Or Sachs constate que le mélange A + B est plus actif que A seul, et il suppose que la nucléase de B n'a pas été complètement détruite par l'ébullition; d'autre part, s'il chauffe une macération pancréatique jusqu'à 75°,

([1]) *Zeitschrift für physiologische Chemie*, t. XLVI, 1905, p. 344.

celle-ci continue à pouvoir liquéfier le α-nucléate de sodium gélatineux et à le transformer en β-nucléate, tandis qu'elle ne dissout plus la fibrine. Mais ces expériences ne se prêtent à aucune conclusion bien définie au point de vue qui nous occupe ; de ce que la macération chauffée à 75° peut liquéfier l'acide nucléique gélatineux, on ne peut pas affirmer qu'elle puisse nécessairement dédoubler cet acide. J'ai donc pensé que la question mérite d'être reprise.

Mes expériences portent sur la nucléase d'une fougère, d'un lichen et d'un basidiomycète. Le chauffage a été effectué de la manière suivante : le tissu frais, finement haché, est introduit, avec une quantité donnée d'eau distillée, dans une large éprouvette dont le bouchon est traversé par un thermomètre qui plonge dans la masse du tissu ; cette éprouvette est introduite dans de l'eau chauffée à une température déterminée ; lorsque le contenu de l'éprouvette a atteint cette température, on continue à l'y laisser pendant une demi-heure; après le refroidissement, on ajoute à chaque lot une proportion déterminée de nucléate de sodium et, pour empêcher le développement des microorganismes, une quantité suffisante de chloroforme. Dans toutes les expériences le temps de chauffe a toujours été de 30 minutes.

Les trois premières séries d'expériences montrent jusqu'à quelle température se maintient l'activité de la nucléase.

Première série d'expériences. — J'emploie les extrémités terminales de feuilles très jeunes de *Pteris aquilina* (n'ayant pas dépassé 0m,20 à 0m,40 de longueur). Dans chaque flacon j'ai introduit 60g de substance fraîche et 150cm³ d'une solution à 0,25 pour 100 de nucléate. Les tissus des flacons, chauffés préalablement aux températures notées dans le Tableau suivant, ont été ensuite placés dans une étuve à 36° ; au bout de 17 jours les analyses donnent les résultats consignés ci-dessous :

Températures.	Phosphore minéralisé (P^2O^5).	Corps puriques (exprimés en adénine).
36°	87mg,5	27mg,3
45,4	80	27,2
55,3	80	23,2
65,4	80	19
75	80	8,2
84,5	25	4,1
95	1,5	0
100	0	0

Deuxième série d'expériences. — Je prends 14g d'*Evernia prunastri* récolté par un temps sec et 160cm³ de nucléate de sodium à 0,4 pour 100. J'ajoute deux flacons

témoins, contenant le même poids de ce lichen, dans de l'eau distillée, l'un étant chauffé à 36°, l'autre à 100° Au bout de 17 jours, dans une étuve à 36°, j'ai obtenu les résultats suivants :

	Témoin.	Flacons avec nucléate.							Témoin.
Températures..	36°	36°	56°	66°	76°	80°	90°	100°	100°
Phosphore minéralisé (P^2O^5).	Traces	$49^{mg},5$	$43^{mg},8$	$43^{mg},8$	$43^{mg},8$	35^{mg}	$2^{mg},5$	0^{mg}	0^{mg}

Il semblerait, d'après les nombres précédents, que les quantités de phosphore minéralisé étant sensiblement les mêmes de 36° à 76°, la nucléase, chauffée à ces diverses températures, agit sur l'acide nucléique à peu près avec la même intensité. Mais ces expériences ayant duré 17 jours, il se pourrait qu'en un temps plus court, la nucléase agisse autrement à ces températures. En effet, comme l'acide phosphorique s'accumule sans se transformer en d'autres substances, le résultat obtenu au bout de 17 jours peut être devenu le même, bien que la nucléase, déjà affaiblie aux températures les plus élevées, ait agi moins rapidement. Cette supposition est d'ailleurs rendue très vraisemblable, lorsque l'on considère les nombres décroissants donnés pour la production des corps puriques.

C'est dans le but de vérifier cette hypothèse que j'ai recommencé ces expériences dans un temps plus court.

Troisième série d'expériences. — J'ai pris des *Evernia prunastri* provenant de la même récolte que les précédents. Dans chaque flacon, j'ai introduit 20^g de ce lichen et 180^{cm^3} de nucléate de sodium à 0,4 pour 100. Cependant, dans le flacon contenant le tissu chauffé à 56°,5, la solution de nucléate était à 0,8 pour 100. J'ajoute encore deux flacons témoins, avec des plantes dans de l'eau distillée ; l'un est chauffé à 36°, l'autre à 100°. Au bout de 4 et de 9 jours de séjour dans une étuve à 36°, j'ai trouvé les résultats suivants :

Températures.	Phosphore minéralisé (P^2O^5) au bout de 4 jours.	Phosphore minéralisé (P^2O^5) au bout de 9 jours.	Corps puriques, au bout de 9 jours.
°	mg	mg	m
36 (témoin)...	6,5	7,5	0
36............	81,5	90	23
56,5.........	125	135	27
66............	81,3	85	24,6
75,5.........	47,3	71,2	18
80............	17,5	42,5	6
90............	traces	6,5	0
100...........	traces	traces	0
100 (témoin)...	traces	traces	0

On voit, par ces nombres, qu'en réduisant la durée des expériences, l'affaiblissement progressif de la nucléase avec l'élévation de la température se trouve mis en évidence. On voit, en outre, par les chiffres imprimés en caractères gras, que, lorsque la concentration de l'acide nucléique est doublée, les produits du dédoublement augmentent, malgré l'affaiblissement des propriétés diastasiques de la nucléase.

Pour fixer la température à laquelle la nucléase agit avec la plus grande intensité, c'est-à-dire l'optimum, j'ai fait également plusieurs séries d'expériences, dont je cite seulement la suivante :

Quatrième série d'expériences. — *Pholliota mutabilis* mis en expérience immédiatement après la récolte; 27^g de substance fraîche avec 100^{cm^3} de nucléate de sodium à 0,5 pour 100 dans chaque flacon I, II, III. Voici les résultats :

	Températures.	Phosphore minéralisé (P^2O^5) au bout de 18 heures.	Phosphore minéralisé (P^2O^5) au bout de 43 heures.
I	15°	62,5 mg	90 mg
II	34	100	112
III	48	67	80

Conclusions. — De ces faits on peut donc conclure que :

1° La nucléase des plantes étudiées ne perd complètement ses propriétés diastasiques qu'après avoir été chauffée au-dessus de 90° ;

2° Son optimum d'action se place aux environs de 34°.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur un dispositif d'appareils destiné à la mesure relative de la gravité.* Note de M. **Alphonse Berget**, présentée par M. Deslandres.

On sait que l'astronome Richer a, le premier, constaté l'action des variations de la gravité sur le pendule en observant les changements que subissait la marche d'une horloge astronomique, réglée d'abord à Paris et transportée au voisinage de l'Équateur. Depuis lors, les mesures pendulaires, donnant les valeurs de la gravité aux différents lieux du globe, se sont multipliées et ont fourni un moyen d'explorer point par point les anomalies de la pesanteur et, par suite, les irrégularités du géoïde terrestre.

Aujourd'hui, les mesures sont uniquement des mesures *relatives* ; on prend un pendule invariable dont on compare, aux divers lieux, la durée d'oscillation à celle du balancier d'une horloge astronomique qu'on règle avec soin, à chaque station, sur la période du mouvement diurne des étoiles. La méthode consiste donc à régler une horloge sidérale à l'aide d'un instrument des passages et, ceci fait, de comparer à son mouvement celui du pendule invariable. Cette comparaison se fait, soit par la méthode des coïncidences, soit par celle des *phases*, suivant le mode opératoire imaginé par le général von Sterneck.

M. Lippmann a indiqué un moyen d'entretenir sans le troubler le mouvement d'un pendule : il suffit que la force d'entretien agisse pendant un temps très court au moment précis du passage dans la verticale. Des études, poursuivies au Laboratoire de la Sorbonne par M. Guillet, ont montré que l'entretien, dans ces conditions, n'apportait effectivement aucune perturbation à la durée de l'oscillation pendulaire.

Dès lors, le problème de la mesure de g revient à celui-ci : mesurer en deux points du globe, les durées qu'y ont les oscillations d'un même pendule, de dimensions invariables, ces durées étant comparées à celle du mouvement diurne.

Dans ces conditions, étant donné que le pendule à étudier est *entretenu* électriquement, il m'a semblé inutile de faire intervenir *deux* pendules : celui qu'on étudie et celui de l'horloge. Un seul peut et doit suffire. Cela revient à reprendre la méthode de Richer, en la faisant bénéficier du progrès de l'expérimentation moderne.

Le contact bref qui, à chaque oscillation, donne la force d'entretien, agit aussi sur un relais. A l'aide de ce relais, on peut : 1° actionner une minuterie qui totalise sur un cadran horaire ordinaire les heures, minutes, secondes, pendant lesquelles a lieu le mouvement du pendule ; 2° actionner une plume qui inscrit sur la bande de papier d'un chronographe une encoche à chaque oscillation.

La disposition générale est alors la suivante :

Le pendule entretenu électriquement oscille sur un support réglable. La tige de l'instrument est en acier *invar* et une cage qui le recouvre permet de le faire osciller à température et humidité constantes. Une petite pile d'*un seul élément*, au mercure, suffit à assurer l'entretien pendant plusieurs années : on est ainsi certain de la constance de l'amplitude. L'action de la force d'entretien se fait par l'attraction d'un solénoïde creux sur un aimant suspendu au pendule et qui y pénètre à chaque oscillation. Le circuit n'est fermé qu'au moment précis du passage dans la verticale.

La fermeture du circuit, à l'aide d'un relais, actionne la minuterie d'un cadran compteur et la plume n° 3 d'un chronographe à bande et à *trois*

inscriptions : les deux autres sont commandées par des clefs de Morse dont nous allons voir le rôle.

Un observateur a l'œil à l'oculaire d'un instrument des passages, oculaire muni de 7 fils; il a sous la main l'une des clefs de Morse et donne un « top » à chaque passage d'une étoile déterminée à chacun des 7 fils. On a donc, sur la bande du chronographe, 7 encoches au trait n° 1. Pendant ce temps, le pendule actionne toujours la plume n° 3 qui donne une encoche à chaque seconde, sur la ligne n° 3. Un autre observateur (ou le même après un court intervalle) observe alors le cadran de la minuterie qu'on a mise en circuit au voisinage de la position « midi » des aiguilles. Quand l'aiguille des heures, celle des minutes et celle des secondes marquent « midi », il donne un top à une seconde clef de Morse, actionnant la plume n° 2 de l'inscripteur. Celle-ci trace donc une encoche H sur le trait continu n° 2 de la bande. Cela fait, on peut interrompre la marche du chronographe, en ne laissant en fonctionnement que le pendule et la minuterie.

Quelques minutes avant le nouveau passage de *la même étoile* au méridien (24 heures après), on met de nouveau le chronographe en marche. L'observateur de l'instrument des passages donne un top à chaque passage de l'étoile derrière chacun des 7 fils de l'oculaire : on a donc 7 nouvelles encoches sur le trait n° 1 de la bande de papier. Puis, quand la minuterie a son aiguille des secondes, celle des minutes et celle des heures sur midi, un top de la seconde clef de Morse donne une encoche H' sur le trait n° 2. Nous savons donc qu'entre H et H' le pendule a fait 86400 oscillations dont chacune dure x secondes. Mais nous mesurons, en oscillations du même pendule inscrites sur la bande, les intervalles entre les 7 premières encoches de passage d'étoiles et l'encoche H d'une part, et les intervalles entre les 7 dernières encoches de passage et l'encoche H' d'autre part : nous avons ainsi l'écart, *mesuré en oscillations du pendule*, entre la durée du jour sidéral et celle de 86400 oscillations de notre pendule, ou « jour pendulaire ». Nous avons, dès lors, tous les éléments nécessaires au calcul de g.

Remarquons que, au lieu de se contenter des passages d'une seule étoile, on peut enregistrer sur la même bande le passage de *plusieurs* étoiles, sauf à les enregistrer aussi au passage suivant, 24 heures après. On peut même, étant donnée la disposition spéciale du chronographe, enregistrer sur sa bande les 86400 oscillations du pendule, l'appareil pouvant marcher plusieurs jours de suite.

L'avantage de cette méthode est de supprimer l'horloge de comparaison, c'est-à-dire un intermédiaire et par conséquent une cause d'erreur; un

autre avantage, précieux je crois, est que l'appareil est *enregistreur*. Il y a donc un témoin écrit de la valeur de *g* trouvée à chaque station.

Les appareils ont été construits, en partie, grâce à la subvention qui m'a été accordée par l'Académie sur le fonds dû à la générosité de S. A. le Prince Roland Bonaparte.

SISMOLOGIE. — *Tremblements de terre et taches solaires*. Note de M. DE MONTESSUS DE BALLORE, présentée par M. Bigourdan.

On ne voit guère comment les taches solaires pourraient influer sur la production des tremblements de terre, et cependant une telle relation a été énoncée bien des fois. Généralement, on se contente de dire que tel séisme important a coïncidé avec l'existence d'une tache remarquable ou a eu lieu en une année de maximum ou de minimum de taches. A raison d'une trentaine de séismes plus ou moins destructeurs par an, on voit ce que vaut une telle constatation. Seul Oddone s'est donné la peine de faire une recherche statistique raisonnée sur le sujet ([1]). Elle roule sur les plus notables tremblements de terre catalogués pour 1904 par l'Association internationale de Sismologie. L'auteur a bien trouvé une certaine prédominance d'activité sismique au voisinage du passage des grandes taches ou des groupes de taches par le méridien central, mais elle est si peu accusée qu'il considère lui-même le résultat comme très peu probant. Nous avons repris le problème sur d'autres bases en utilisant le catalogue publié par Milne des tremblements de terre destructeurs jusqu'à l'année 1900.

De 1800 à 1849, le nombre décennal de mégaséismes croît légèrement, tandis que de 1850 à 1900 il reste sensiblement constant. Pendant l'une et l'autre période, les nombres annuels subissent des variations de faible amplitude de part et d'autre de la moyenne décennale, mais sans loi apparente aucune. Cela suffit à faire nier toute relation, puisque les taches solaires obéissent à une loi périodique bien connue de maximums et de minimums régulièrement espacés.

Cette indépendance entre les deux phénomènes s'accuse encore plus nettement si, de 1731 à 1900, on compte le nombre de fois que d'une année

---

([1]) *Tremblements de terre et taches solaires* (*Comptes rendus des séances de la deuxième réunion de la Comm. perm. et de la première Ass. gén. de l'Assoc. intern. de Sismologie*, Strasbourg, 1908, p. 213).

à la suivante les deux phénomènes subissent des variations de même sens ou de sens contraires. Or, on trouve exactement l'égalité, ce qui était probable dans la supposition de l'indépendance.

Nous avons cru intéressant d'étendre la même statistique comparative à des séries de secousses ordinaires de longue durée et bien homogènes. Nous n'en connaissons que trois remplissant ces conditions : celle de Prieto à Arequipa (1810-1845), des frères Barbiani à Zante (1825-1863) et celle de l'observatoire des Pères Jésuites de Manille (1870-1898). Le résultat obtenu est identiquement le même que précédemment.

Ainsi qu'il fallait s'y attendre, toute relation entre les tremblements de terre et les taches du Soleil paraît hautement improbable.

La séance est levée à 4 heures et quart.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 16 septembre 1912.

Institut de France. *Centenaire de la naissance de Urbain-Jean-Joseph Le Verrier*. Paris, Gauthier-Villars, 1911; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Darboux.)

Institut de France. Académie des Sciences. *Observatoire d'Abbadia* : *Observations*. Tome XI : *Observations faites au cercle méridien en* 1911, par MM. Verschaffel, Lahourcade, J. Sorreguieta, B. Sorreguieta, Navarron, Exposito, Larrégieu, publiées par M. Verschaffel, Directeur de l'Observatoire. Hendaye (B.-P.), imprimerie de l'Observatoire d'Abbadia, 1912; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Darboux, au nom de M. Verschaffel.)

Leonhardi Euleri opera omnia, sub auspiciis Societatis scientiarum naturalium helveticæ edenda curaverunt Ferdinand Rudio, Adolf Krazer, Paul Stäckel; Series II : *Opera mechanica et astronomica*. Volumes I-II : *Mechanica sive motus scientia analytice exposita*, edidit Paul Staeckel; t. 1-2. Leipzig et Berlin, B.-G. Teubner, 1912; 2 vol. in-4°. (Présenté par M. Darboux.) [Acquisition par voie de souscription.]

Hommage à Henri Poincaré, par Ernest Lebon. (Extrait d'une analyse, faite par M. R. Dongier, de l'Opuscule *Savants du jour :* Henri Poincaré, publiée dans la *Revue scientifique* du 31 août 1912.) Paris; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Darboux.)

I vulcani dell' Italia centrale e i loro prodotti, per Venturino Sabatini. Parte secunda : *Vulcani cimini*. Rome, G. Bertero et Cie, 1912; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. A. Lacroix. Hommage de l'auteur.)

Les lois expérimentales de l'aviation, par Alexandre Sée. Paris, Librairie aéronautique, 1911; 1 vol. in-8°.

Sur la diversité génétique des montagnes éruptives, par A. Stübel; traduit de l'allemand par W. Prinz et C. Van der Wiele. (*Nouveaux Mémoires de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie;* série in-4°, Mémoire n° 4.) Bruxelles, Hayez, 1911; 1 fasc. in-4°.

Survey of India. Professional paper; n° 12 : *On the origin of the Himalaya mountains*, by S.-G. Burrard, Surveyor general of India. Calcutta, 1912; 1 fasc. in-4°.

PUBLICATIONS DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

En vente à la Librairie Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins, Paris.

COMPTES RENDUS HEBDOMADAIRES DES SÉANCES

de l'Académie des Sciences

Publiés par MM. les *Secrétaires perpétuels.*

In-4 (28-23), hebdomadaire.

Collection complète, de 1835 à 1910; 151 volumes..... 1890 fr.

Chaque année, sauf 1845, 1873 à 1892, 1896 à 1898, 1900 à 1902, 1904, 1905, *se vend séparément*....... 25 fr.

Chaque volume, sauf les **Tomes 20, 21, 76 à 108, 110, 112, 114, 115, 122, à 127, 130, 132, 134, 138, 141**, se vend séparément .... 15 fr.

Les **Comptes rendus** paraissent régulièrement chaque semaine depuis le 2e semestre de 1835, en un cahier de 32 à 40 pages, quelquefois de 80 à 120; ils forment, à la fin de l'année, *deux Volumes* in-4 (28-23), ensemble de 2400 à 3000 pages. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de noms d'auteurs, terminent chaque volume.

Prix pour un an (52 numéros) :

Paris.. 30 fr.
Départements................................ 40 fr.
Union postale................................ 44 fr.

L'abonnement est annuel et part de janvier.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS

des Séances de l'Académie des Sciences.

Par ordre de matières et par ordre alphabétique de noms d'auteurs.

4 volumes in-4 (28-23), savoir :

Tables des Tomes **1 à 31** (1835-1850). In-4 (28-23); 1853.. 25 fr.
Tables des Tomes **32 à 61** (1851-1865). In-4 (28-23); 1870.. 25 fr.
Tables des Tomes **62 à 91** (1866-1880). In-4 (28-23); 1888.. 25 fr.
Tables des Tomes **92 à 121** (1881-1895). In-4 (28-23); 1900.. 25 fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS

des Séances de l'Académie des Sciences.

Tomes I et II, 1856 *et* 1861, *séparément*............ 25 fr.

MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

In-4; tomes I a LI, 1816 a 1910.

Chaque volume, à l'exception des Tomes ci-après indiqués, se vend séparément... 15 fr.

Le Tome XXXIII, avec Atlas, se vend séparément....... 25 fr.

Le Tome LI, avec Atlas, se vend.......................... 40 fr.

Les Tomes VI et XXI ne se vendent pas séparément.

Tables générales des travaux contenus dans les Mémoires de l'Académie.

Ire Série, Tomes I à XIV (an VI-1815), et IIe Série, Tomes I à XL (1816-1878); 1881.................................. 6 fr.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS PAR DIVERS SAVANTS

à l'Académie des Sciences (*Savants étrangers*).

2e série. In-4; tomes I a XXXIV, 1827-1909.

Chaque volume se vend séparément......................... 15 fr.

Tables générales des travaux contenus dans les Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie.

Ire Série, Tomes I et II (1806-1811), et IIe Série, Tomes I à XXV (1827-1877) 1881............................ 2 fr. 50

NOTICES NÉCROLOGIQUES

Lues à l'Académie (1886-1890). In-8 (25-16); 1891.... **2 fr. 50**

Notice sur J.-C. Bouquet, par *G.-H. Halphen.* — Notice sur L.-F.-C. Breguet, par *de Jonquières.* — Notice sur L.-R. Tulasne, par *E. Bornet.* — Notice sur E. Laguerre, par *H. Poincaré.* — Notice sur G.-H. Halphen, par *E. Picard.* — Notice sur E. Phillips, par *H. Léauté.*

PASSAGE DE VÉNUS

Recueil de Mémoires relatifs à l'observation du passage de Vénus sur le Soleil, en 1874.

Tome I. — Ire Partie : *Procès-verbaux des séances tenues par la Commission*. In-4 (28-23); 1877.............. 12 fr. 50 c.

— IIe Partie : *Mémoires divers*. In-4 (28-23), avec 7 planches; 1876.. 12 fr. 50 c.

Tome II. — Ire Partie : *Mission de Pékin* (Fleuriais). — *Mission de Saint-Paul* (Mouchez). In-4 (28-23), avec 26 pl.; 1878. 25 fr.

— IIe Partie : *Mission de Saint-Paul* (Rochefort et Ch. Vélain). — *Mission du Japon* (Janssen, Tisserand, Delacroix et Picard). — *Mission de Saïgon* (Héraud). — *Mission de Nouméa* (André). In-4 (28-23), avec figures et 36 planches; 1880........ 25 fr.

Tome III. — Ire Partie : *Mission de l'île Campbell* (Bouquet de la Grye). In-4 (28-23), avec 6 planches; 1882.... 12 fr. 50 c.

— IIe Partie : *Mission de l'île Campbell* (H. Filhol). In-4 (28-23), avec atlas de 68 planches; 1885...................... 25 fr.

— IIIe Partie : *Mesures des plaques photographiques.* In-4 (28-23), avec 2 planches; 1882.............................. 12 fr. 50 c.

Annexe : *Discussion des résultats obtenus avec les épreuves daguerriennes de la Commission française*, par *Obrecht*. In-4 (28-23); 1890.. 2 fr. 50 c.

MISSION DU CAP HORN

(1882-1883).

Tome I : **Histoire du Voyage**, par L.-F. Martial. In-4 (28-23), avec 12 planches; 1888............................. 25 fr.

Tome II : *Météorologie*, par J. Lephay. In-4 (28-23), avec 12 planches; 1885 (*Rare*).

Tome III : *Magnétisme terrestre*, par E.-O. Le Cannellier. — *Recherches sur la constitution chimique de l'atmosphère*, d'après les expériences du Dr *Hyades*, par Muntz et Aubin. In-4 (28-23), avec 11 planches; 1886 (*Rare*).

Tome IV : **Géologie**, par le Dr P. Hyades. In-4 (28-23), avec 33 pl.; 1887.. 25 fr.

Tome V : **Botanique**. In-4 (28-23) de 400 pages; 1889.... 25 fr.

Tome VI : **Zoologie**. Ce Tome est publié en 12 fascicules.

Ire Partie : In-4 (28-23) de 486 pages, avec 23 pl.; 1891.. 45 fr.

Mammifères (*A. Milne-Edwards*); 10 fr. — *Oiseaux* (*E. Oustalet*); 25 fr. — *Poissons* (*L. Vaillant*); 4 fr. — *Anatomie comparée* (*H. Gervais*); 6 fr.

IIe Partie : In-4 (28-23) de 430 pages, avec 29 pl.; 1891 (*Rare*).

Insectes (*L. Fairmaire, Signoret, J. Mabille, P. Mabille, J.-M.-F. Bigot*); 20 fr. — *Arachnides* (*E. Simon*) (épuisé). — *Crustacés* (*Milne-Edwards*); 11 fr. — *Mollusques* (*de Rochebrune* et *J. Mabille*); 10 fr.

IIIe Partie : In-4 (28-23) de 376 pages, avec 36 pl.; 1891.. 35 fr.

Priapulides (*J. de Guerne*); 2 fr. — *Bryozoaires* (*J. Jullien*); 8 fr. — *Echinodermes* (*E. Perrier*); 20 fr. — *Protozoaires* (*A. Certes*); 5 fr.

Tome VII : **Anthropologie. Ethnographie**; par le Dr P. Hyades et J. Deniker. In-4 (28-23), avec 34 pl. et 1 carte en couleur; 1891. 25 fr.

La collection des sept Tomes en neuf volumes .... 275 fr.

N° 12.

TABLE DES ARTICLES (Séance du 16 Septembre 1912).

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CORRESPONDANCE.

50192 PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS.
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : GAUTHIER-VILLARS.

1912

DEUXIÈME SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME 155.

N° 13 (23 Septembre 1912).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1912

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Toute Note manuscrite d'un Membre de l'Académie ou d'une personne étrangère ne pourra paraître dans le *Compte rendu* de la semaine que si elle a été remise le jour même de la séance.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Les *Comptes rendus* ne reproduisent pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* ne contiennent ni planches, ni figures.

Dans le cas exceptionnel où des figures seraient autorisées, l'espace occupé par ces figures comptera pour l'étendue réglementaire.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5^{h}. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 SEPTEMBRE 1912.

PRÉSIDENCE DE M. A. GRANDIDIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** présente le Tome II des *Procès-verbaux des séances de l'Académie tenues depuis la fondation de l'Institut jusqu'au mois d'août* 1835, publiés, conformément à une décision de l'Académie, par MM. les Secrétaires perpétuels.

Ce Volume imprimé, comme le précédent, à l'Observatoire d'Abbadia, contient les procès-verbaux des séances tenues pendant les années 8, 9, 10 et 11 du Calendrier républicain.

ZOOLOGIE. — *Sur le* Caridinopsis Chevalieri *Bouv. et les genres d'Atyidés propres à l'Afrique tropicale.* Note de M. **E.-L. Bouvier.**

Abstraction faite de la faune spéciale du lac Tanganyika sur laquelle je reviendrai plus loin, les Crevettes d'eau douce de la famille des Atyidés ne comptent qu'un petit nombre de représentants dans l'Afrique tropicale. A ma connaissance, les espèces signalées jusqu'ici dans cette contrée se réduisent à cinq : deux *Caridina* et trois *Atya ;* ces trois dernières espèces (*Atya intermedia* Bouv., *africana* Bouv. et *gabonensis* Giebel) sont propres à l'Afrique occidentale ; l'une des Caridines, la *Caridina togoensis* Hilg., occupe les mêmes régions en remontant d'ailleurs beaucoup plus loin vers le centre ; quant à l'autre espèce, la *C. nilotica* Roux, elle s'étend du nord au sud dans l'Afrique orientale, mais sans être propre à cette partie du continent, car on la retrouve dans presque toutes les eaux douces des terres indo-pacifiques. Au point de vue de la variété, c'est une pauvre faune et

qui n'a rien de spécial, les genres *Atya* et *Caridina* se trouvant répandus ailleurs; mais cette pauvreté a pour corollaire l'abondance de certaines espèces, surtout des Caridines : la *Caridina nilotica* est très commune dans l'Afrique orientale et la *C. togoensis* pullule en certains points dans les bassins du Niger et du Congo.

Cette pauvreté n'est peut-être qu'apparente : en étudiant les Crevettes capturées au Tanganyika par M. Moore et par M. Cunnington, un de mes savants confrères, M. Calman (1), s'est trouvé en présence de trois genres d'Atyidés (*Limnocaridina, Caridella, Atyella*) tout à fait propres à ce lac, et voici que M. Chevalier vient de découvrir dans le bassin du Haut-Niger (à Sampouraya, bassin de la Makowa) une forme nouvelle non moins bien caractérisée que les précédentes avec lesquelles, d'ailleurs, elle présente des affinités remarquables. J'ai récemment établi pour cette forme le genre *Caridinopsis* et je l'ai nommée *C. Chevalieri* (2) en l'honneur du savant biologiste qui l'a découverte; elle mérite de nous arrêter un instant à cause du singulier mélange de caractères qu'elle présente et des renseignements qu'elle nous apporte sur l'origine probable des Atyidés africains.

Par sa taille, sa forme générale et beaucoup de ses caractères, le genre *Caridinopsis* semble se rapprocher beaucoup des Caridines : dans les deux genres, on observe la même structure des maxilles, de l'exopodite et des lacinies des mâchoires; les maxillipèdes sont fort peu différents, les chélipèdes présentent les mêmes bouquets de soies dentées en scie et les pattes ambulatoires la même différenciation dans leurs articles, la même armature dans leurs doigts; il y a, dans les deux genres, le même nombre d'épipodites, de sétobranchies et d'exopodites, des épines paires et une rangée de soies au bout du telson, une série d'épines de soutien sur la fausse articulation de la rame externe des uropodes.

Ce dernier caractère offre un intérêt spécial, parce qu'il présente un développement identique à celui qu'on observe chez les Caridines à évolution très avancée (*Carid. typa, japonica, Weberi*, etc.); comme dans celles-ci, en effet, l'armature de l'exopodite uropodial comprend un grand nombre d'épines (17 à 21) disposées sur une ligne sigmoïde qui s'avance un peu au delà du milieu de l'appendice. D'un autre côté, notre espèce est dépourvue

(1) W.-T. Calman, *Zoological resulte of the third Tanganyika Expedition, conducted by Dr W.-A. Cunnington*, 1901-1905. *Report on the Macrurous Crustacea* (*Proc. zool. Soc. London*, 1906, t. I, p. 189-205, *Pl. XI-XIV*).

(2) E.-L. Bouvier, *Un type nouveau de Crevette d'eau douce africaine, la* Caridinopsis Chevalieri *nov. g. et sp.* (*Bulletin du Muséum*, juin 1912).

de l'épine distale qu'on observe généralement, dans la famille, au bout externe du premier article des pédoncules antennulaires, et cela nous rapproche de la *Caridina singhalensis* qui marque, à tous égards, le terme de l'évolution caridinienne. Enfin, la *Caridinopsis Chevalieri* n'a plus aucun reste de l'arthrobranchie qu'on trouve à la base des pattes antérieures dans toutes les Caridines, en quoi elle présente, à ce point de vue, tout au moins, une évolution plus avancée.

De ce dernier trait on pourrait conclure, semble-t-il, que le genre *Caridinopsis* dérive du genre Caridine par simple réduction de l'appareil branchial. Mais ce serait une erreur. A côté des caractères précédents qui portent le cachet d'une évolution avancée, le genre *Caridinopsis* en présente certains autres qui sont d'origine primitive et dont on ne trouve plus trace chez les Caridines. Au premier rang de cette série, il faut placer les chélipèdes, si remarquables par leurs pinces étroites et leurs carpes dépourvus d'échancrure antérieure au moins du côté externe ; il faut remonter à l'origine même de la famille, au genre *Xiphocaris*, pour trouver une disposition semblable, mais les doigts ont un pinceau de poils identique à celui des Caridines et le carpe présente une très légère échancrure sur sa face interne. D'autres caractères primitifs méritent également d'être mentionnés : ainsi la longue et brusque dilatation basale du fouet antennulaire externe, la saillie pilifère assez forte située sur les mandibules entre la partie compacte et la partie broyeuse, le rétrécissement terminal qu'on observe bien développé sur l'endopodite des mâchoires et, à l'état de rudiments sur l'endopodite des maxillipèdes antérieurs, l'absence de toute dilatation au sommet de la languette exopodiale de ces derniers appendices et de la lacinie antérieure des maxilles.

J'avais considéré tout d'abord comme un résultat de l'atavisme la structure si particulière des chélipèdes et je regardais en conséquence le genre *Caridinopsis* comme un rameau détaché des Caridines. Mais une étude plus approfondie m'a permis de découvrir, dans la *C. Chevalieri*, les autres caractères relevés plus haut et il semble bien difficile d'attribuer également ceux-ci à l'atavisme.

Il faut observer d'ailleurs que les Limnocaridines du lac Tanganyika, d'après M. Calman (1), ressemblent au *Caridinopsis* par la forme de leurs chélipèdes qui sont dépourvus d'échancrure carpienne externe, par la

(1) W.-E. Calman, *On two species of Macrurus Crustaceans from Lake Tanganyika* (*Proc. zool. Soc. London*, 1899, p. 704-711, *Pl. XXXIX, XL*).

petite saillie pilifère de leurs mandibules, le rétrécissement terminal de l'endopodite de leurs mâchoires et la structure tout entière de l'exopodite de leurs maxillipèdes antérieurs. Les deux formes présentent des affinités incontestables et l'on ne peut sans excès recourir à l'atavisme pour expliquer les multiples caractères primitifs de l'une et de l'autre.

Les *Limnocaridina* donnent une formule branchiale encore plus réduite que celle des *Caridinopsis* (4 branchies de chaque côté au lieu de 8, disparition totale des épipodites et sans doute aussi des sétobranchies), et dès lors, on serait tenté de croire qu'elles dérivent de ce dernier genre. Mais il n'en est rien, les Limnocaridines ayant conservé des caractères primitifs (caractères de Xiphocaridines) qui ont été fortement frappés par l'évolution chez les *Caridinopsis* : développement presque égal des deux lobes de la lacinie externe des mâchoires et des deux articles moyens (ischiopodite et méropodite) des chélipèdes, réduction extrême de la fausse articulation de l'exopodite uropodial et de son armature épineuse [1]. Pour interpréter ces deux ordres de faits, à savoir la présence dans les deux genres de caractères primitifs communs et celle, dans le genre *Limnocaridina*, de caractères primitifs particuliers, il suffit d'admettre que *Limnocaridina* et *Caridinopsis* dérivent d'un ancêtre commun qui présentait, pour le moins, la totalité de ces caractères primitifs. Or, de tous les Atyidés actuellement connus, un seul répond à l'exigence précédente, c'est le genre *Xiphocaris* qui se rapproche le plus, comme on sait, de la souche familiale. Les *Caridinopsis* et *Limnocaridina* seraient par conséquent issus des *Xiphocaris* ou de quelque forme voisine caractérisée par ses chélipèdes dépourvus d'échancrure carpienne. Quant aux *Caridella* et *Atyella* qui constituent, avec les Limnocaridines, la faune spéciale du lac Tanganyika, on peut les considérer comme des *Caridinopsis* à formule branchiale réduite (5 branchies et 6 épipodites, au lieu de 8 branchies et de 7 épipodites) ou les rattacher directement à la forme qui donna naissance aux *Caridinopsis* et *Limnocarida*.

En tout cas, il paraît hors de doute que la faune atyienne propre au Tanganyika ne fut point, à l'origine, particulière à ce lac; aujourd'hui encore, elle présente des affinités remarquables avec les *Caridinopsis* du Haut-Niger, et c'est là, croyons-nous, le résultat le plus important de l'intéressante capture faite par M. Chevalier.

---

(1) Dans les *Xiphocaris* (*X. elongata* Guérin) et dans tous les Atyidés primitifs (*Xiphocaridina*, *Troglocaris*, *Atyaëphyra*), cette fausse articulation est très réduite et complètement inerme.

PALÉONTOLOGIE. — *Les Orbitolines et leurs enchaînements.* Note de M. **Henri Douvillé.**

L'étude des Orbitolines présente des difficultés spéciales, résultant de la nature du test, ordinairement formé d'éléments grossiers, de la dissymétrie de la coquille et des conditions de gisement, les échantillons étant le plus souvent ou empâtés dans une roche dure, ou plus ou moins roulés.

Dans un précédent travail (*Bull. Soc. géol. de France*, 20 juin 1904), j'ai montré quelle était la constitution de la coquille : pour s'en faire une idée on peut se figurer une Orbitolite du type complexe (*O. complanatus*) dont la face supérieure serait devenue conique et dont la surface latérale cylindrique se serait inclinée sur l'axe de manière à converger vers le centre, amenant ainsi la suppression de la face inférieure. Le test est arénacé; la surface supérieure conique est formée par une mince couche imperforée, soutenue par un réseau de poutrelles; immédiatement au-dessous on distingue une série de loges rectangulaires, groupées en anneaux et alternant d'un anneau au suivant, exactement comme dans les Orbitolites; les communications des logettes se font aussi de même par des ouvertures placées dans les angles; sur la face inférieure elles se groupent en lignes rayonnantes, homologues des sillons que l'on observe sur le pourtour des Orbitolites.

Les Orbitolines jouent un rôle important dans la période crétacée : leur durée est courte puisqu'elles ne se montrent que depuis le Barrémien jusqu'au Cénomanien ([1]); dans certains cas elles sont souvent assez nombreuses pour constituer presque entièrement la masse de la roche. La détermination précise des espèces est rendue difficile par les grandes variations individuelles qu'elles présentent : il est essentiel de tenir compte des variétés et des races, aussi bien que des différences d'âge des échantillons; il est par suite prudent d'examiner pour chaque gisement une nombreuse série d'échantillons, ce qui est généralement facile lorsque ceux-ci sont dégagés. Il en résulte qu'il n'est guère possible de déterminer d'une manière rigoureuse des échantillons isolés ou en trop petit nombre, et c'est ce qui explique que dans les essais faits jusqu'à présent, une même espèce ait été souvent signalée à plusieurs niveaux. En outre, dans les collections, les gisements

([1]) Certains auteurs les font persister jusqu'au Turonien, mais ce point ne paraît pas définitivement établi.

ne sont pas toujours précisés d'une manière suffisante, une même localité pouvant présenter des Orbitolines à plusieurs niveaux.

Dans ces conditions il m'a paru nécessaire de reprendre l'étude de ces fossiles d'une manière systématique en examinant une série de gisements d'âge bien déterminé, en recherchant les caractères de leurs faunes et en essayant d'établir les enchaînements des mutations successives.

J'avais réuni depuis longtemps de nombreuses séries de ces fossiles; j'ai pu les compléter en allant visiter à Grenoble les belles collections rassemblées et mises en ordre par mon confrère et ami, M. le professeur Kilian, et j'ai pu en même temps mettre à profit les indications précises de gisement qu'il a bien voulu me communiquer.

Le premier résultat de ces études a été de me faire voir que la distinction des formes mégasphériques A et microsphériques B était très importante; presque toujours elles sont différentes, les premières coniques et les secondes discoïdes; c'est ainsi que les espèces si souvent citées *O. conoidea* et *O. discoidea* représentent en réalité les formes A et B d'un même couple. J'ai cru reconnaître ensuite que chaque gisement ne présentait qu'un seul couple; il devenait dès lors plus facile de le définir en combinant les caractères des deux formes qui le constituaient. J'ai pu de cette manière distinguer les niveaux suivants :

I. Le premier niveau se rencontre dans l'Urgonien inférieur d'Orgon (Barrémien supérieur); Pellat y a recueilli les deux formes : une forme A très nettement conique et à base plane, ayant environ 2^{mm} de diamètre pour une hauteur égale de 2^{mm}, une forme B plate et mince ayant 3^{mm} de diamètre. De Verneuil avait recueilli abondamment la même espèce à Navarrès (Espagne, province de Valence); j'ai figuré (*loc. cit.*, *Pl. XVII*, *fig.* 2) une bonne section de la forme A montrant bien la première loge au sommet du cône; c'est une espèce nettement caractérisée par sa section à sommet aigu; je lui donnerai le nom d'*O. conulus*, en prenant pour type la figure que je viens de citer. Dans ce gisement la forme B est plus grande qu'à Orgon et atteint un diamètre de $8^{mm},5$; elle est toujours très mince, et son épaisseur n'atteint pas 1^{mm}; le sommet est mucroné, les bords sont souvent un peu relevés et la face inférieure concave présente un petit enfoncement médian correspondant à la saillie de la valve supérieure.

Les marnes de Voreppe intercalées dans l'Urgonien ont fourni à Paquier les deux mêmes formes, mais plus petites, la forme A n'ayant guère que 1^{mm} de diamètre et de hauteur; la forme B a 3^{mm} comme à Orgon. J'en ai figuré

un échantillon (*loc. cit.*, *fig.* 1) montrant les ouvertures de la face inférieure.

II. Ces intercalations marneuses à Orbitolines dans les calcaires urgoniens sont connues dans plusieurs localités; leurs faunes ne sont pas toujours identiques, ce qui montre qu'elles ne sont pas rigoureusement au même niveau. Ainsi M. le professeur Kilian m'a communiqué des échantillons recueillis entre Saint-Rémèze et Bourg-Saint-Andéol (Ardèche) qui sont bien différents de ceux de Voreppe. Ils sont plus évolués et certainement plus récents; M. Kilian les considère comme appartenant encore au Barrémien supérieur; ils sont malheureusement roulés et décortiqués : ils sont coniques, mais le sommet du cône a disparu. D'après leur forme, ils doivent représenter des individus mégasphériques A; ils atteignent un diamètre maximum de $5^{mm},5$ et une hauteur de $2^{mm},5$; jusqu'à la taille de 4^{mm} leur base est convexe, elle se déprime ensuite légèrement au milieu. Ces dimensions sont à peu près celles de l'*O. bulgarica* Boué (*La Turquie d'Europe*, t. I, p. 239), telle qu'elle a été figurée par Toula ($D = 4^{mm}$; $H = 2^{mm},3$) en 1877 (*Sitz. Ak. Wien*); le sommet arrondi semble indiquer que l'échantillon correspondant est aussi roulé. Un échantillon de Borouchtiza qui m'a été communiqué par M. de Launay est franchement conique et à 3^{mm} sur $2^{mm},5$; il formerait le passage à l'*O. conulus*. Une autre variété plus surbaissée (5^{mm} sur $2^{mm},5$) a été également figurée par Toula (sous le nom de *lenticularis*). Le troisième échantillon figuré par le même auteur (sous le nom de *concava*) doit être rapporté à la forme microsphérique de *O. bulgarica*; elle ressemble beaucoup à *O. discoidea*.

III. Un troisième niveau débute encore par une intercalation dans l'Urgonien, par exemple dans les environs de Sassenage ou sur la route de Cognien à Malleval. La faune qui le caractérise ne peut être distinguée de celle du Gargasien du Rimet. J'ai pu m'assurer par l'examen des échantillons de la collection A. Gras, conservée au Musée de Grenoble, que c'est bien de cette dernière localité et de ce niveau que proviennent les types des *O. conoidea* et *O. discoidea*, figurés par cet auteur (*Catal. foss.* Isère, 1852). Ce sont les formes A et B d'un même couple : les types figurés ont, pour la première, 5^{mm} de diamètre sur 2^{mm} de hauteur; l'*O. conoidea* se distingue de l'*O. bulgarica* par sa face inférieure nettement concave avec souvent un petit enfoncement médian très bien marqué sur la figure originale. La forme B (*discoidea*) est plate; l'échantillon figuré a

environ 7^{mm} de diamètre, mais ceux de la localité type atteignent jusqu'à 10^{mm}; les bords sont souvent relevés, la face inférieure est concave avec enfoncement médian comme dans la forme A (*conoidea*). L'épaisseur est toujours très faible ($0^{mm},75$). Ce couple est franchement aptien.

IV. Le niveau bien connu de la pente du Rhône est un peu plus élevé que le précédent; les conditions du dépôt paraissent moins favorables et les Orbitolines ne sont plus représentées que par une petite forme lenticulaire atteignant seulement 3^{mm} à $3^{mm},5$ de diamètre et une épaisseur de 1^{mm}. Mais les échantillons y sont en nombre incalculable, malheureusement roulés; il semble bien que ce sont uniquement des individus A mégasphériques. C'est l'*O. lenticularis* Blumenbach.

Ce gisement est le dernier de la région franco-suisse; pour étudier la suite du développement de ce type, il faut se transporter plus au Sud dans les Pyrénées.

V. Nous retrouvons là en plusieurs points, à la Clape et dans la région de Foix notamment, le niveau aptien III avec *O. conoidea* et *O. discoidea*. Les calcaires zoogènes à *Toucasia* se prolongent à un niveau plus élevé qu'en Dauphiné et présentent une faune différente (*Pseudotoucasia santanderensis*, *Horiopleura Lamberti*, *Terebratella Delbosi*, etc.); c'est dans ces calcaires que Leymerie (*Desc. géol. pal. des Pyrénées de la Haute-Garonne*, Pl. E.) a signalé une nouvelle espèce d'Orbitoline à laquelle il a donné le nom de *subconcava*. Le type est indiqué comme provenant d'un calcaire des environs de Saint-Gaudens, supérieur aux couches à *Amm. Milleti;* il est donc albien. D'après la figure, il serait fortement conique et aurait 9^{mm} de diamètre.

M. Carez m'a communiqué un calcaire provenant de la même région, présentant à la fois des sections de la forme conique type et d'autres plus plates et concaves se rapportant à la forme B. La seule localité où je connaisse des échantillons dégagés est Vinport, près Dax; les formes coniques ont des dimensions assez variables, depuis 5^{mm} de diamètre sur $3^{mm},5$ de hauteur, jusqu'à 8^{mm} sur $2^{mm},5$; j'ai pu m'assurer par des préparations en lame mince que ces formes étaient bien mégasphériques. La face inférieure est nettement convexe, quelquefois plane; elle est un peu déprimée au centre dans les plus grands échantillons. On rencontre quelques rares échantillons beaucoup plus plats, mais à peine plus grands, qui paraissent représenter la forme B.

VI. Le Cénomanien présente deux faunes d'Orbitolines assez distinctes; la plus inférieure est celle des environs de Fouras, subdivisée elle-même par d'Archiac en deux : à la base un niveau gréseux où cet auteur a décrit (*Mém. Soc. géol.*, t. II, 1837) deux grandes espèces, *O. plana*, de 25^{mm} de diamètre, et *O. mamillata*, à face supérieure relevée au centre et mamelonnée, à bords ondulés, ayant seulement 15^{mm} de diamètre; ce sont des formes microsphériques, au moins la première. Immédiatement au-dessus, dans les calcaires, on récolte de nombreux échantillons d'une forme plus petite (4^{mm} de diamètre sur 2^{mm} de hauteur) franchement conique, c'est l'*O. conica*. J'ai pu en examiner de nombreux échantillons provenant des mêmes couches; ils atteignent habituellement 5^{mm} de diamètre avec une hauteur de $2^{mm},5$, la face inférieure étant plane ou légèrement concave; ceux de Tonnay-Charente sont un peu plus grands ($6^{mm},5$ sur $3^{mm},5$); un échantillon un peu exceptionnel a 10^{mm} de diamètre et un autre de Meursac atteint 12^{mm}. La face inférieure est toujours à peu près plane avec quelquefois une lacune au milieu.

Des échantillons analogues ont été trouvés par M. Choffat dans le Vraconnien des environs de Lisbonne : là les formes A coniques (*O. conica*) sont associées aux grandes formes B (*O. plana*); ce couple, qui est bien le même que celui de Fouras, apparaîtrait ainsi un peu avant le Cénomanien.

VII. Un dernier niveau est celui de l'*O. concava* Lamk., du Cénomanien supérieur. Il se distingue facilement de tous les autres par l'absence de formes coniques épaisses. Les individus mégasphériques A et microsphériques B ont la même forme; ils sont également plats et minces et ne diffèrent que par la grandeur; ils présentent au centre une sorte de pustule arrondie et saillante ayant un peu moins de 2^{mm} de diamètre et qui correspond à l'embryon. Ces échantillons atteignent une grande taille, 20^{mm} dans la région du Mans, 24^{mm} près de Nice et jusqu'à 42^{mm} et 57^{mm} dans le voisinage de Santander, où ils ont été décrits comme *O. aperta* par Erman en 1854 et comme *O. Andrœi* par Martin en 1891.

En résumé, on peut distinguer les couples suivants :

	Formes A mégasphériques.	Dimensions en millimètres. Diam.	Épaiss.	Formes B microsphériques.	Dimensions en millimètres. Diam.	Épaiss.
VII. Cénomanien supérieur...	concava A.	15	1	concava B.	57 20	1
VI. Cénomanien inférieur et Vraconnien........	conica.	5	2,5	plana.	25	1
V. Albien	subconcava A.	8 7	2,5 4	subconcava B.	9	1
IV. Aptien	lenticularis.	2	1	»	»	»
III. Id.	conoidea.	5	2	discoidea.	10	0,75
II. Barrémien.............	bulgarica.	5,5	2,5	»	»	»
I. Id.	conulus A.	2	2	conulus B.	8,5 3	0,75

On voit que les formes A sont les plus caractéristiques : les formes extrêmes *conulus* et *concava* se distinguent à première vue, de même *conoidea* à cause de la dépression médiane de la face inférieure. Les trois formes *conica*, *subconcava* et *bulgarica* peuvent être quelquefois difficiles à distinguer et il faut alors avoir recours aux formes B : l'*O. plana* est caractérisée par sa grande taille; la compagne de l'*O. bulgarica*, à peu près identique à l'*O. discoidea*, est plus mince que la *subconcava* B, et, en outre, ses logettes sont relativement plus étroites et sa structure est plus fine comme on peut le voir en comparant les figures que j'en ai données dans le travail précité (*fig.* 4 pour la *subconcava*, et *fig.* 5, 6 pour la *discoidea*).

SISMOLOGIE. — *Sur le tremblement de terre survenu dans la nuit du* 14 *au* 15 *septembre* 1912. Note de M. A. VERSCHAFFEL.

Dans la nuit du 14 au 15 septembre 1912, à 2^h, temps légal, à quelques secondes près, on a senti à l'Observatoire d'Abbadia un tremblement de terre.

Nous n'avons eu qu'une secousse sensible de quelques secondes, 3 ou 4. Le mouvement peut être représenté ici comme un vrai *tremblement*, une agitation rapide dans tous les sens.

Le phénomène s'est étendu dans toute la région du Sud-Ouest.

L'intensité a varié beaucoup suivant les localités et même suivant le site des maisons.

A 2^{km} de l'Observatoire, à l'extrémité ouest de la plage, l'agitation a été plus violente. Tandis que la vibration du sol semblait s'être produite, dans notre site, dans le plan horizontal principalement, à quelques kilomètres au Sud-Est, dans une maison située sur le flanc sud d'une colline, l'agitation verticale était assez prononcée pour décrocher les objets pendus aux murs.

Le phénomène de l'agitation était accompagné d'un bruit très ressemblant à celui d'un grand vent.

J'ai observé immédiatement l'état du ciel et de la mer. Le ciel était brumeux, comme les jours et nuits précédents, il n'y avait aucun vent sensible; la mer était très calme.

Les journaux de la région rapportent que dans certaines localités, un peu plus dans les montagnes, il y a eu deux secousses sensibles, celle de 2^h étant la plus forte.

Dans quelques localités les cloches ont tinté, la vaisselle s'est choquée et s'est brisée.

L'Observatoire avait jusqu'à cette présente année semblé presque inaccessible aux tremblements de terre, et nous nous étions demandé à quelle cause était dû ce privilège. Cependant le mouvement du 15 septembre est le second que nous enregistrons cette année; néanmoins il est encore vrai de constater qu'ici le phénomène a été moins violent que tout à l'entour.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. J. **Grialou** adresse une Note relative au mouvement des liquides incompressibles parfaits à l'état de régime permanent.

(Renvoi à l'examen de M. Boussinesq.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Jac. Berzelius. *Lettres publiées au nom de l'Académie Royale des*

Sciences de Suède par H.-G. SÖDERBAUM. I : *Correspondance entre Berzelius et C.-L. Berthollet* (1810-1822).

M. G. DARBOUX attire l'attention de l'Académie sur une de ces lettres, relative au crâne de Descartes, longtemps conservé en Suède, après le retour en France du corps de l'illustre savant.

2° CAISSE DES RECHERCHES SCIENTIFIQUES. *Rapports scientifiques sur les travaux entrepris en* 1911 *au moyen des subventions de la Caisse des recherches scientifiques*. (Présenté par M. Alfred Picard.)

3° SERVICE HYDROMÉTRIQUE DU BASSIN DE LA SEINE. *Observations sur les cours d'eau et la pluie, centralisées pendant l'année* 1910-1911, *sous la direction de MM.* JUNCKER *et* SALLES, par MM. NOUAILHAC-PIOCH et E. MAILLET.

ASTRONOMIE DE POSITION. — *L'orthostathméscope ou instrument pour observer le passage par le zénith de l'alignement de deux étoiles sur la sphère céleste.* Note (¹) de MM. **CLAUDE** et **DRIENCOURT**.

Dans l'introduction de l'Ouvrage intitulé : *Description et usage de l'astrolabe à prisme*, nous avons montré que les méthodes générales pour la détermination d'un point sur la sphère céleste se réduisent à deux, celle des hauteurs égales et celle des différences d'azimut nulles ou de 180°. Or, tandis que la première a depuis quelques années déjà l'instrument qui lui est adéquat, l'astrolabe à prisme, la seconde, qui lui est supérieure, attend encore l'instrument qui permettra de la mettre en œuvre. La présente Note a pour but de faire connaître le principe d'un appareil destiné à combler cette lacune dans une certaine mesure.

Rappelons d'abord en quoi consiste le problème :

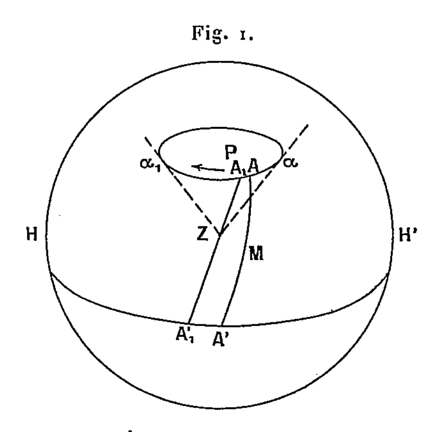
Représentons par le cercle HH′ (*fig.* 1) la sphère céleste en projection orthographique sur le plan horizontal. Le zénith est en Z au centre de ce cercle. Soient : P le pôle élevé, A et A′ deux astres, AMA′ le grand cercle qui les joint et qui forme leur alignement sur la sphère. Par l'effet du mouvement diurne apparent, A et A′ décrivent des petits cercles autour du pôle P dans le sens indiqué par les flèches et il arrive un moment où leur alignement occupe la position $A_1ZA'_1$ passant par le zénith, autrement dit où le plan des directions des deux astres est vertical. C'est ce moment qu'il faut pouvoir noter.

La solution de ce problème dans le cas général ne laisserait pas que d'être

(¹) Reçue dans la séance du 2 septembre 1912.

fort compliquée et comme construction d'appareil et comme observation. Mais si, au lieu de prendre deux astres qui occupent des positions quelconques sur leurs petits cercles de distance polaire lorsque leur alignement passe par le zénith, on les choisit tels que l'un A, situé du côté du pôle élevé, soit à ce moment très voisin de sa digression, c'est-à-dire de l'un des points α, α_1 où son vertical tangente le petit cercle de distance polaire, la

Fig. 1.

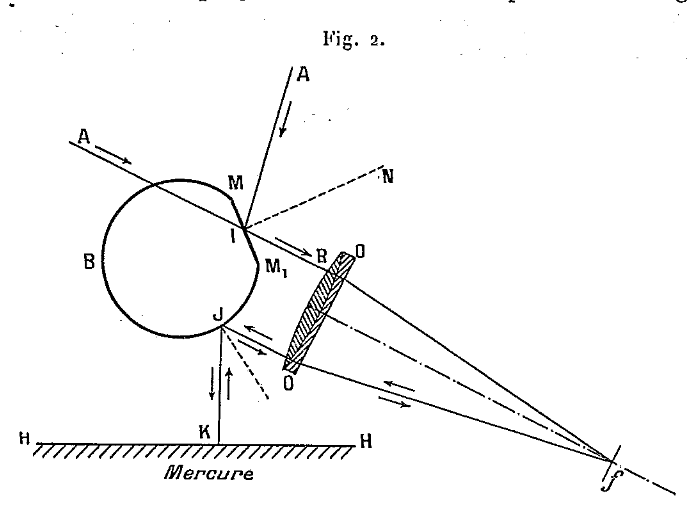


question se simplifie notablement : l'azimut de l'astre A étant à peu près invariable durant l'observation, le problème devient abordable sans que, malgré cette particularisation, la méthode des différences d'azimut nulles ou de 180° pour la détermination d'un point sur la sphère céleste cesse d'être générale.

Soient, en effet, en projection sur le vertical de l'astre A (*fig.* 2), AI la direction des rayons issus de A, A' I celle des rayons issus de A' au moment où cet astre passe par le vertical de A. A l'aide du miroir plan MM_1 perpendiculaire au plan AIA', nous dévions les rayons parallèlement à ce plan jusqu'à ce que leur nouvelle direction IR coïncide avec AI. Le miroir est disposé de manière que les rayons réfléchis suivant IR pénètrent par l'une des moitiés latérales de l'objectif OO dans une lunette astronomique, l'autre moitié recevant les rayons issus directement de A. La lunette étant pointée de façon que l'image formée par ces derniers se forme constamment sous le fil vertical *f* du réticule, ce qui devient possible si l'astre se déplace très lentement en azimut, on voit que l'observation consistera simplement à noter le passage de l'image de A' par ce même fil. Le problème revient donc à donner à l'observateur le moyen de s'assurer que le miroir plan MM' est exactement perpendiculaire au vertical de l'axe optique au moment de l'observation.

Pour cela, nous terminons le bloc de verre dans lequel se trouve taillé le miroir plan par un miroir cylindrique MBM_1 ayant ses génératrices parallèles au plan et nous plaçons au-dessous un bain de mercure à couche mince HH du genre de celui employé dans l'astrolabe à prisme. La figure montre

Fig. 2.



que, si le miroir cylindrique est parfaitement réglé, il donne avec le bain de mercure une image du fil vertical du réticule qui coïncide avec le fil lui-même. L'observateur pourra donc vérifier par autocollimation l'exactitude du réglage du miroir plan au moment même de l'observation.

En faisant porter l'ensemble lunette - miroir plan-cylindrique - bain de mercure par une monture de théodolite, on aura le moyen de l'orienter rapidement dans l'alignement d'un couple quelconque d'étoiles et de pointer la lunette en hauteur sur l'étoile A.

Au lieu d'un seul miroir plan-cylindrique pour dévier les rayons d'une étoile dans la direction de ceux de l'autre, on pourrait en mettre deux juxtaposés afin de ramener les rayons des deux étoiles à l'horizontalité, ce qui dispenserait d'un cercle de hauteurs. L'observation serait rendue ainsi beaucoup plus commode, la lunette restant horizontale.

Il est à peine besoin de faire ressortir l'immense avantage que présenterait, pour l'astronomie de position, un instrument de ce genre convenablement réalisé. Non seulement il permettrait de résoudre le problème général de la détermination d'un point sur la sphère céleste comme l'astrolabe à prisme seul jusqu'à présent donne le moyen de le faire et dans les mêmes conditions de simplicité, mais avec une installation suffisamment stable et moyennant la lecture du cercle azimutal à chaque observation, il fournirait

aussi l'azimut pour toutes les divisions du cercle correspondant aux alignements observés.

Les observations de passages au méridien pouvant être considérées comme un cas particulier des observations d'alignements, celui où la lunette est fixe dans le méridien, il remplacerait très avantageusement la lunette méridienne. On choisirait, comme étoile à faible déplacement azimutal, une polaire qu'on combinerait successivement avec des étoiles équatoriales. Les lieux géométriques du zénith ainsi obtenus seraient à peine différents de la méridienne comme direction. *Chaque observation constituant une véritable mesure*, on ne serait plus obligé de compter sur la stabilité de l'instrument dans l'intervalle des observations. Les erreurs instrumentales d'inclinaison, d'azimut, de collimation, d'inégalité des tourillons, de flexion, etc., toutes si difficiles à déterminer, seraient supprimées.

Enfin, avec deux miroirs plan-cylindriques, l'instrument serait susceptible d'être employé comme instrument de hauteurs égales pour une distance zénithale quelconque. Il permettrait donc d'appliquer les deux méthodes générales de l'astronomie de position dont il serait par suite l'instrument universel.

La principale difficulté de construction de l'orthostathméscope réside dans la taille des miroirs cylindriques. L'influence de légers défauts de parallélisme du miroir plan et des génératrices du cylindre peut encore être éliminée en grande partie par une combinaison convenable des observations; mais l'autocollimation sur des miroirs cylindriques exige que ceux-ci soient taillés avec une grande perfection. Il faut espérer que l'art de l'opticien saura triompher de cette difficulté.

Nous ferons connaître les résultats obtenus avec l'appareil d'essai dont M. Jobin a bien voulu entreprendre la construction.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les invariants du calcul des variations.* Note de M. Th. De Donder, présentée par M. Paul Appell.

I. Considérons la fonction

$$F(x_1, \ldots, x_n, x'_1, \ldots, x'_n, \ldots, x^{\alpha}_1, \ldots, x^{\alpha}_n, t),$$

où $x_1, \ldots, x_n$ sont n fonctions arbitraires de la variable indépendante t, et

où

$$x'_1 \equiv \frac{dx_1}{dt}, \qquad \ldots, \qquad x_n^a \equiv \frac{d^a x_n}{dt^a}.$$

Considérons aussi le groupe infini (X) des transformations ponctuelles de $x_1, \ldots, x_n$; étendons ce groupe aux variables $x'_1, \ldots, x_n^a$, ainsi qu'aux variations $\delta x, \ldots, \delta x_n^a$; étendons encore ce groupe à la fonction précédente F (supposée *invariante*) et à ses dérivées; le groupe ainsi obtenu s'appellera le groupe (X').

On a l'identité

$$\delta F \equiv DF + \frac{d}{dt} D'F,$$

où

$$DF \equiv \sum_1^n {}_s \left[F_{x_s} - \frac{d}{dt} F_{x'_s} + \ldots + (-1)^a \frac{d^a}{dt^a} F_{x_s^a} \right] \delta x_s \equiv \sum_1^n {}_s (s)\, \delta x_s,$$

et où D'F est une expression différentielle linéaire en $\delta x_s, \ldots, \delta x_s^{a-1}$.

Nous remarquons que DF et D'F sont deux *invariants* du groupe (X'). De D'F on peut déduire un *invariant intégral* 2 *an-uple* du groupe (X') : le multiplicateur (de Jacobi) ainsi obtenu est la $a^{\text{ième}}$ puissance *du hessien* H de F rapport à $x_1^a, \ldots, x_n^a$. Il en résulte que la racine carrée de H est un multiplicateur du groupe (X), c'est-à-dire un invariant (au sens algébrique). Ce dernier résultat se retrouve en remarquant que la forme multilinéaire

$$\sum_1^n {}_r \sum_1^n {}_s F_{x_r^a x_s^a} \delta_1 x_r \, \delta_2 x_s$$

est un *invariant* du groupe (X'). De cette forme quadratique invariante on pourra déduire d'autres invariants ; par exemple, une généralisation du paramètre différentiel de Lamé.

II. Supposons maintenant que $\int F(x_1, \ldots, x_n, \ldots, x_1^a, \ldots, x_n^a)\, dt$ ait la *forme paramétrique* (Weierstrass) ; pour qu'il en soit ainsi, il faut et il suffit que l'intégrale précédente soit un *invariant intégral* 1-*uple* du groupe infini (T') des transformations ponctuelles de t, ce groupe étant étendu aux invariants $x_1, \ldots, x_n$ et à leurs dérivées [1].

---

[1] S'il y avait *plusieurs* variables indépendantes $t_1, \ldots, t_q$, la condition nécessaire et suffisante s'exprimerait de la même manière, à cela près qu'au lieu de 1-*uple*, il faudrait *q-uple*.

On aura alors les identités

(1) $$H \equiv 0$$

et

(2) $$\sum_1^n s(s) x'_s \equiv 0.$$

III. Supposons, *en outre*, *que* $n = 2$ et représentons par x et y les deux variables x_1 et x_2. L'identité (1) nous fait remarquer que

$$\frac{F_{x^a x^a}}{y'^2} \equiv \frac{F_{x^a y^a}}{-x' y'} \equiv \frac{F_{y^a y^a}}{x'^2} \equiv F_1;$$

F_1 est cogrédient *au carré d'un multiplicateur* du groupe (X).

L'identité (2) nous fait remarquer que

$$\frac{(1)}{y'} \equiv \frac{(2)}{-x'} \equiv T;$$

T est cogrédient *à un multiplicateur* du groupe (X).

Il en résulte que

$$\frac{T}{F_1^{\frac{1}{2}}}$$

est un *invariant* du groupe (X).

A cet invariant *appliquons l'opération* D *du n*° I : nous obtenons ainsi *un nouvel invariant* linéaire en δx et δy; remplaçons, dans celui-ci, δx et δy respectivement par les quantités cogrédientes $-\frac{F_{y^a}}{F_1^{\frac{1}{2}}}$ et $+\frac{F_{x^a}}{F_1^{\frac{1}{2}}}$; nous obtiendrons un *nouvel invariant* (fini), que nous désignerons par la lettre L.

La même méthode, appliquée à L, fournira *un autre invariant*, et ainsi de suite.

IV. Si, en particulier, *nous supposons* $a \equiv 1$, nous retrouvons, d'une manière directe, simple et *générale*, les invariants déjà connus ([1]); remarquons que $\frac{L}{F}$ n'est autre que l'invariant K de M. Underhill.

Ces invariants jouent un rôle fondamental dans l'étude des variations première et seconde de $\int F(x, y, x', y')\,dt$; la méthode suivie dans cette

([1]) A.-L. Underhill, *Invariants of the Function* $F(x, y, x', y')$ *in the Calculus of Variations* (*Trans. of the Americ. Math. Society*, vol. IX, n° 3, july 1908). — O. Bolza, *Vorlesungen über Variationsrechnung*, Leipzig-Berlin, 1908 et 1909, p. 228 et 343.

Note montre qu'il en sera de même pour les variations première et seconde de $\int F(x, y, \ldots, x^a, y^a)\, dt$.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur l'absolue convergence des séries trigonométriques.* Note de M. N. **Lusin**, présentée par M. Appell.

La lecture de la Note de M. Denjoy (*Comptes rendus*, 8 juillet 1912) m'a inspiré l'idée de résumer ici les résultats sur la convergence des séries trigonométriques déjà publiés par moi en russe dans le *Recueil de la Société mathématique de Moscou* (t. XXVIII, 3-24 février 1912), dans le Mémoire intitulé : *Sur l'absolue convergence des séries trigonométriques.*

Je me permets d'abord de reproduire une démonstration du théorème général, qui me paraît plus simple que celle de M. Denjoy.

Théorème. — *Si une série trigonométrique* $\frac{a_0}{2} + \sum_{n=1} a_n \cos nx + b_n \sin nx$ *est absolument convergente pour tous les points* x *d'un ensemble de mesure* non nulle, *les deux séries* $\sum_{n=1}^{\infty} |a_n|$ *et* $\sum_{n=1}^{\infty} |b_n|$ *sont convergentes en même temps.*

Soit, en effet, la série $\frac{|a_0|}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} \rho_n |\cos(nx + \alpha_n)|$, $\rho_n = \sqrt{a_n^2 + b_n^2}$ convergente pour tous les points x d'un ensemble E ayant la mesure non nulle. D'après un théorème important de M. Egoroff (*Comptes rendus*, 30 janvier 1911), il existe un ensemble P parfait et non dense et jouissant des propriétés suivantes :

1° La série $\frac{|a_0|}{2} + \sum_{n=1} \rho_n |\cos(nx + \alpha_n)|$ converge *uniformément* pour cet ensemble P;

2° La mesure de P est *non nulle* (soit Mes. P $= p > 0$).

Désignons par $S(x)$ la somme de la série. On voit bien que pour cet ensemble P on peut écrire, les intégrales étant prises au sens de M. Lebesgue,

$$\int_P S(x)\, dx = \frac{|a_0|}{2} p + \sum_{n=1}^{\infty} \rho_n \int_P |\cos(nx + \alpha_n)|\, dx.$$

D'autre part, on a toujours

$$\int_P |\cos(nx+\alpha_n)|\,dx \geqq \frac{p}{2}\sin\frac{p}{8} \qquad (n=1,2,3,\ldots).$$

Par conséquent,

$$\sum_{n=1}^{\infty}\rho_n \leqq \frac{1}{\frac{p}{2}\sin\frac{p}{8}}\int_P S(x)\,dx.$$

Donc la série $\sum_{n=1}^{\infty}\rho_n$ est convergente (C.Q.F.D.).

On peut de plus montrer que *la présence* de points de convergence absolue exerce une influence considérable sur la convergence *non absolue* d'une série trigonométrique.

D'abord, suivant M. Fatou (*Acta mathematica*, t. XXX, p. 398), les points de convergence, de divergence et de convergence absolue sont deux à deux symétriques par rapport aux points de convergence absolue.

D'autre part, on s'assure facilement que tout ensemble mesurable de points situés sur le segment $(0, 2\pi)$ et ayant une infinité de points de symétrie est ou de mesure 0, ou de mesure 2π.

Nous trouvons ainsi ce théorème général :

Toute série trigonométrique ayant dans l'intervalle $(0, 2\pi)$ *un ensemble dénombrable de points de convergence absolue est ou partout convergente ou partout divergente, sauf peut-être les points d'un ensemble de mesure nulle.*

Si la série a *deux* points de convergence absolue dont la différence des arguments est incommensurable à π, on en déduira l'existence de tels points dans tout intervalle. Comme conséquence nous obtiendrons :

Toute série trigonométrique ayant deux *points de convergence absolue dont la distance est incommensurable à* π, *est ou partout convergente ou partout divergente, sauf peut-être les points d'un ensemble de mesure nulle.*

Par exemple, on voit bien que la série $\sum_{n=1}^{\infty} b_n \sin 2^n x$ a toujours l'ensemble dénombrable de points de convergence absolue.

Par conséquent :

Il existe des séries trigonométriques incomplètes qui sont, quels que soient leurs coefficients, ou partout convergentes ou partout divergentes, sauf peut-être les points d'un ensemble de mesure nulle.

C'est pourquoi il serait très intéressant de construire un exemple de série trigonométrique qui soit convergente pour un ensemble de mesure *non nulle* et *inférieure* 2π.

Il semble que, *si une telle série existe*, elle ne sera pas une série de Fourier proprement dite. Il est infiniment probable que toute série de Fourier, correspondante à une fonction à carré sommable, est partout convergente, sauf peut-être les points d'un ensemble de mesure nulle.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Conditions de formation des acides nitreux et nitrique à partir des oxydes d'azote et de l'eau; application de la loi d'action des masses.* Note de MM. **E. Briner** et **E.-L. Durand**, transmise par M. G. Lemoine.

D'après les nombreuses recherches antérieures (¹), l'action des oxydes d'azote sur l'eau ou sur des solutions d'acides nitriques et nitreux paraît être très complexe. En vue d'apporter une contribution à ce problème, nous avons effectué des essais sur les systèmes (²) $NO - NO^3H$, $NO^2 - H^2O$, $N^2O^3 - H^2O$ et $NO^2 - NO^3H$, dans des limites de pression et de concentration plus étendues. Nous résumerons ici nos premiers résultats; la description détaillée des expériences paraîtra dans un autre Recueil (³).

Dans une première série d'expériences, nous avons comprimé des volumes donnés d'oxyde azotique sur des solutions à diverses concentrations de NO^3H et incorporé ainsi à chacune de ces solutions des quantités croissantes de NO. Voici, à titre d'exemple, les résultats relatifs à une concentration.

(¹) Lunge, *Z. anorg. Chem.*, t. I, 1892, p. 260 et 441; Marchlewski, *Ibid.*, t. I, 1892, p. 368; Sapochnikow, *Journ. Soc. phys. chim. russe*, t. XXXII, 1900, p. 375, et t. XXXIII, 1901, p. 506; Lewis et Edgar, *J. am. chem. Soc.*, t. XXXIII, 1901, p. 292 (et d'autres).

(²) L'action chimique de NO sur l'eau est nulle; la décomposition de NO, provoquée par une forte compression, n'est pas sensiblement influencée par la présence d'une phase aqueuse (Briner et Wroczynski, *J. Chim. phys.*, t. IX, 1911, p. 128).

(³) La présente Note ne concerne que des essais à la température du laboratoire; d'autres expériences à diverses températures sont en voie d'exécution.

Rapport de NO ajouté à l'azote total exprimé en NO.	Solution $NO^3H + 4H^2O$.	Pressions.
0,322	Une phase liquide bleu clair.	
0,435	Une phase liquide bleu plus foncé.	Pression sensiblement supérieure à la pression atmosphérique
0,617	Existence d'une deuxième phase liquide inférieure d'un bleu très foncé.	10^{atm}.

Pour provoquer la formation d'une deuxième phase liquide, en comprimant NO sur des solutions de NO^3H plus concentrées, la pression nécessaire est moins élevée ($1^{atm},8$ pour les solutions $NO^3H + 1H^2O$); d'autre part, la deuxième phase, pour le cas des solutions concentrées, prend naissance au sein d'un liquide franchement vert; enfin, pour une même solution de NO^3H, la coloration brune de la phase gazeuse s'atténue considérablement avec l'accroissement de la pression.

L'élévation de la pression de NO a donc pour effet d'enrichir le système en anhydride nitreux; ce fait a été confirmé par les analyses effectuées sur les phases liquides : Pour les solutions $NO^3H + 1H^2O$, les valeurs trouvées pour le rapport $\frac{\text{NO nitreux}}{\text{NO total}}$ sont 0,400 à $1^{atm},8$ et 0,540 à $5^{atm},3$.

Or on réalise des systèmes présentant des phénomènes colorimétriques analogues, en partant de NO^2 ou de N^2O^3 liquide et en ajoutant des quantités croissantes d'eau. Ainsi, en ajoutant à N^2O^3, qui, à l'état liquide, est d'un bleu très foncé, une petite quantité d'eau, on constate l'apparition d'une deuxième phase liquide supérieure bleue; à partir d'une certaine dilution, la phase inférieure disparaît; puis, en continuant les additions d'eau, la coloration bleue pâlit jusqu'à n'être plus appréciable. Pendant la dilution, la pression croît, puis diminue après avoir passé par un maximum.

On observe les mêmes phénomènes en diluant NO^2; mais alors, au début, les teintes du liquide sont vertes, le système étant moins riche en anhydride nitreux.

En comprimant NO sur du NO^3H pur, nous avons obtenu des systèmes à deux phases jaunes; la deuxième phase apparaît pour une pression de $1^{atm},1$. A partir d'une certaine quantité de NO, les teintes jaunes passent au vert.

Nous avons réalisé ces mêmes systèmes à deux phases jaunes, en mettant NO^2 en présence de NO^3H pur et très concentré; les teintes vertes apparaissent à partir de la concentration ($NO^3H + 1,5H^2O$).

En considérant l'influence de la pression et le fait de pouvoir réaliser des systèmes identiques par des voies différentes, nous sommes amenés à conclure qu'il s'agit ici uniquement de *réactions équilibrées* et qu'on peut les interpréter en leur appliquant la loi d'action de masses. Au point de vue de la règle des phases, il convient d'attribuer à ces systèmes trois constituants indépendants, ce qui implique une divariance pour trois phases coexistantes et une trivariance pour deux phases coexistantes.

$$3NO^2H \rightleftharpoons 2NO + H^2O + NO^3H.$$

$$(3) \qquad \text{const.} = \frac{C^3_{NO^2H}}{C^2_{NO}C_{H^2O}C_{NO^3H}}.$$

En tenant compte de ces trois processus concomitants, il est possible d'interpréter les différents phénomènes observés. Combinant (1) et (3), on obtient

$$\text{const.} = \frac{C^4_{NO}C^2_{NO^3H}}{C_{H^2O}C^3_{N^2O^3}},$$

dans laquelle on peut remplacer la concentration de NO par la pression P_{NO} qui lui est proportionnelle.

Si N^2O^3 forme une nouvelle phase à l'état pur, il agira par masse constante et l'on peut écrire

$$\text{const.} = \frac{P^4_{NO}C^2_{NO^3H}}{C_{H^2O}}.$$

Ces relations montrent que, par l'élévation de pression, le système s'enrichit en N^2O^3, et que, par la dilution, la pression passe par un maximum; c'est ce que nous avons constaté.

En éliminant C_{H^2O} entre (2) et (3), on a une relation qui correspond au processus $NO^3H + NO \rightleftharpoons NO^2 + NO^2H$; celui-ci, joint à la réaction (2), montre qu'en présence d'un grand excès de NO^3H, l'oxyde d'azote réagit pour former du peroxyde; c'est ce que nous avons observé en incorporant NO à NO^3H pur ou très concentré.

Dans le cas général, ces diverses réactions étant simultanées, on aura toujours dans les phases liquides du NO^2 et du N^2O^3, dont les proportions variables donneront toute la gamme des teintes du jaune au bleu foncé.

En résumé, il est permis de conclure que les phénomènes qui interviennent dans ces systèmes ne sont que des réactions équilibrées d'oxydation et de réduction entre les différents composés oxygénés de l'azote.

Précisons d'abord le rôle de N^2O^3 : il faut lui attribuer les colorations bleues, les colorations vertes résultent de son mélange en plus ou moins

grandes proportions avec NO^2. Mis en présence de l'eau, il réagit et donne

$$N^2O^3 + H^2O \rightleftharpoons 2NO^2H,$$

d'où

(1) $$\text{const.} = \frac{C_{N^2O^3} C_{H^2O}}{C^2_{NO^2H}}.$$

Dans la phase aqueuse, il existe donc en solution des molécules de NO^2H incolores et des molécules de N^2O^3 colorées. En augmentant la quantité de N^2O^3, on atteint la limite de solubilité de ce corps et, à partir de cet instant, se forme une phase N^2O^3 liquide. L'anhydride nitreux se comporte donc à l'égard de l'eau comme SO^3 et CO^2, à cette différence près, qu'à l'état gazeux N^2O^3 se dissocie en NO et NO^2 (N^2O^4).

De même pour NO^2 en présence d'eau, nous avons

$$2NO^2 + H^2O \rightleftharpoons NO^2H + NO^3H \quad (^1),$$

(2) $$\text{const.} = \frac{C^2_{NO^2} C_{H^2O}}{C_{NO^2H} C_{NO^3H}}.$$

A ces réactions, il convient de joindre le processus de décomposition de NO^2H, dont la réversibilité a déjà été établie pour les solutions diluées par Sapochnikow et Lewis et Edgar [2].

CHIMIE PHYSIQUE. — *Cristallisation par recuit des métaux écrouis.* Note de M. **Félix Robin**, transmise par M. H. Le Chatelier.

Lorsqu'on recuit un métal *écroui*, les grains cristallins qui se développent parviennent à des dimensions fonctions de la température et de la durée du recuit. D'après nos recherches, *la grosseur des grains ne croît pas régulièrement*, à durée de chauffage égale, *avec la température de recuit*. Les expériences exécutées sur les métaux et sur les alliages constitués par des solutions solides, montrent que les grains les plus gros ne sont pas toujours obtenus par le chauffage à la température la plus élevée, et les grains les plus petits par le chauffage à la température la plus basse.

En général les grains, volumineux au voisinage de la température de

---

[1] NO^2H réagit en partie suivant (1) en donnant N^2O^3 ; la coloration verte obtenue en faisant réagir NO^2 et H^2O résulte donc du mélange de N^2O^3 et NO^2.

[2] *Loc. cit.* Cette réaction n'est que le dédoublement de NO^2H, stade moyen d'oxydation de l'azote, en un stade inférieur et en un stade supérieur d'oxydation.

fusion, décroissent d'abord rapidement avec la température, puis ne changent plus que très lentement jusqu'à la température de début du recuit. Parfois cependant les grains recommencent à grossir et atteignent, à cette température de début du recuit, leurs dimensions *maxima*.

Les expériences suivantes donnent une idée du phénomène. On a laminé des métaux à froid jusqu'à une épaisseur égale ou inférieure à 1^{mm}; celle de $0^{mm},5$ a souvent donné les résultats les plus nets. On a ensuite introduit chacune de ces lames dans un tube chauffé à des températures régulièrement décroissantes d'une extrémité à l'autre et on les y a laissées de 30 minutes à 1 heure. Cette durée correspond déjà à un recuit avancé, car une prolongation de 20 minutes n'a pas d'effet sensible. On examinait ensuite la structure du métal sur la surface polie des lames ainsi traitées.

Les expériences ont porté sur les métaux sensiblement purs du commerce pour se rapprocher des conditions de la pratique industrielle. En tête de chaque Tableau, on a indiqué l'épaisseur des lames employées, la durée du recuit et le réactif d'attaque ayant servi à mettre en évidence la structure cellulaire. Les dimensions des grains sont données par le côté du carré équivalent à la surface des grains maxima de la région examinée.

ÉTAIN. — Durée de recuit, 1 heure; épaisseur, $0^{mm},4$; attaque au perchlorure alcoolique (perchlorure de fer, 5; eau, 5; HCl, 30; alcool ordinaire, 30; alcool isoamylique, 30).

Températures	45°	60°	100°	150°	220°
Grosseur des grains ...	$0^{mm},3$ à $0^{mm},7$	$0^{mm},3$	$0^{mm},2$ à $0^{mm},3$	$0^{mm},8$	3^{mm}

PLOMB. — Durée de recuit, 30 minutes; épaisseur, $0^{mm},4$; attaque à l'azotate d'argent étendu d'eau 10 fois.

Températures	80°	150°	250°	300°
Grosseur des grains ...	$0^{mm},2$ à $1^{mm},5$	$0^{mm},2$ à $0^{mm},9$	$0^{mm},4$ à 1^{mm}	$1^{mm},5$

ZINC. — Durée de recuit, 45 minutes; épaisseur, $0^{mm},5$; attaque à HCl étendu d'eau de moitié.

Températures	80°	200° à 300°	400°
Grosseur de grains	$0^{mm},2$ à $0^{mm},4$	$0^{mm},02$ à $0^{mm},1$	$0^{mm},2$ à $0^{mm},4$

ALUMINIUM. — Durée de recuit, 45 minutes; épaisseur, $0^{mm},45$; attaque légère à la soude suivie d'une attaque très énergique à HCl étendu de moitié.

Températures	250°	350° à 480°	550°
Grosseur des grains	$0^{mm},2$ à $0^{mm},35$	$0^{mm},05$	$0^{mm},3$ à $0^{mm},4$

CUIVRE. — Durée de recuit, 30 minutes ; épaisseur, $0^{mm},3$; attaque vive à l'acide azotique.

Températures	350° à 450°	500°	600°	650°	750°	900°
Grosseur des grains...	$0^{mm},01$	$0^{mm},03$	$0^{mm},07$	$0^{mm},1$	$0^{mm},15$	$0^{mm},4$

FER. — *Attaque à l'acide azotique.* — Les résultats sont très variables ; en général, en 1 heure de recuit entre 600° et 700°, on obtient dans les tôles du commerce de $0^{mm},4$ environ d'épaisseur des grains de $0^{mm},1$ environ avec le fer, et de $0^{mm},25$ environ avec l'acier extra-doux.

Ces chiffres, bien entendu, varient un peu d'une expérience à l'autre. Ils donnent cependant une idée très nette de l'ordre de grandeur du phénomène.

Les *impuretés* jouent un rôle important; elles réduisent, sauf dans le cas du zinc allié au cuivre, les dimensions des grains de recuit sans modifier sensiblement la température de début de ce recuit. Mais la réduction est très variable suivant la nature des métaux alliés. L'aluminium et le magnésium ont en général le plus d'effet sur l'étain, le plomb et le zinc. Les dimensions des grains *d'étain* sont réduites par l'antimoine, le bismuth, le plomb, le mercure, le zinc, le cuivre, l'aluminium et le magnésium : les premiers métaux de cette liste exerçant, pour un même poids ajouté, la plus faible réduction; l'influence des suivants va progressivement en croissant.

BOTANIQUE. — *Les choux-palmistes de Madagascar.* Note de MM. **H. Jumelle** et **H. Perrier de la Bathie**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Les palmiers dont le bourgeon terminal est consommable comme chou-palmiste appartiennent à des tribus très diverses, puisque ce peut être aussi bien le dattier que le ronier (*Borassus flabellifer*), ou l'*Oreodoxa regia* ou l'*Euterpe oleracea;* il est à remarquer pourtant que ce sont très souvent, et plus particulièrement, des Arécinées. Les palmiers malgaches rentrant, pour la plupart, dans cette tribu, on peut donc s'attendre à ce que sur plusieurs d'entre eux on récolte ce légume si apprécié dans les pays chauds.

En fait, dans l'ouest de Madagascar, il est déjà un *Chrysalidocarpus* qui fournit un très bon chou-palmiste : c'est l'espèce que nous nommons, pour cette raison, le *Chrysalidocarpus oleraceus* et qui est le *madiovozina* des Betsileo, le *herihery* des Sakalaves, et aussi, dans l'Ambongo, le *kizohazo*.

Madiovozina signifie « qui a le dos propre » et la dénomination est une allusion au tronc lisse de ce palmier, qui est seulement annelé vers le haut. Renflé à la base en une sorte de tubercule hémisphérique dur et ligneux, ce tronc, qui a en plaine de 4^m à 12^m de hauteur, est très droit, grisâtre vers le bas, puis vert plus haut; il contient une fécule un peu amère. Son bouquet foliaire terminal se compose de 5 à 9 feuilles aux segments mous et gracieusement infléchis, et dont les gaines sont couvertes d'une pubirulence blanchâtre.

Dans les mêmes régions que ce *Chrysalidocarpus oleraceus* croît une autre espèce qui est d'ailleurs un peu plus rare, mais, en tout cas, se distingue bien de la précédente. La base du tronc se renfle encore, et ce tronc, de 10^m à 15^m de hauteur, est très droit, annelé, gris blanchâtre; mais les segments foliaires sont plus raides et d'un vert plus sombre, et les gaines foliaires sont couvertes d'un abondant duvet roux. En outre, et surtout, les segments foliaires, le long du rachis, sont isolés, tandis qu'ils sont par groupes dans le *Chrysalidocarpus oleraceus*.

Pratiquement les deux espèces ne doivent pas être confondues, car le chou du *Chrysalidocarpus ferrugineus* n'est pas comestible et les indigènes prétendent même qu'il est vénéneux.

Dans l'Est, au contraire, nous retrouvons, aux environs du mont Vatovavy un palmier dont le bourgeon est excellent : c'est notre *Neodypsis basilongus*, qui est peut-être le *Chrysalidocarpus decipiens* Becc., mais que la rumination de son albumen nous force à ranger dans le genre *Neodypsis*. Le caractère le plus saillant de ce palmier est fourni par les segments inférieurs de ses feuilles, qui sont plus longs que ceux situés au-dessus ; et ces segments étant d'autre part pendants, l'espèce a un port très spécial. Son tronc, grêle et de 4^m à 6^m de hauteur, est lisse comme celui du *madiovozina*.

Ce serait bien, sur le versant oriental, le meilleur chou-palmiste que nous connaissions jusqu'alors, car on peut bien encore consommer les bourgeons du *Chrysalidocarpus mananjarensis*, qui est un des *lafa* des indigènes, et ceux du *Neodypsis tanalensis*, qui est un autre *lafa*, et le *matitanana* des Tanala ; mais ces autres bourgeons, quoique bons, sont un peu amers.

Le *Neodypsis tanalensis*, à tronc de 15^m à 20^m de hauteur et de 20^{cm} à 50^{cm} de diamètre, vit dans les terrains marécageux. Son nom de *matitanana*, qui signifie « main morte » est dû à ce que ses inflorescences rameuses, sortes de mains pour les indigènes, se dessèchent et tombent aussitôt après la maturation des fruits.

Plus amer que les précédents et non comestible est le bourgeon de l'*Adelodypsis gracilis*, qui, dans le Matitanana, est le *hova* des Tanala, et aussi le *tsobolo*.

Il en est de même du *Chrysalidocarpus Baronii* Becc., qui croît, toujours sur la côte Est, dans les bois des dunes du littoral, où il est le *rehazo* des indigènes.

Enfin non seulement amer, mais d'une valeur telle qu'il donne des nausées est le bourgeon, par conséquent absolument immangeable du *rahama* qui se plaît dans les bois secs du Vatovavy, et est notre *Neodypsis nauseosus*.

On voit combien est variable la valeur alimentaire de ces cœurs de palmier, non seulement entre genres d'une même tribu, mais encore entre espèces d'un même genre; et à Madagascar les deux meilleurs que nous connaissions pour le moment parmi les Arécinées sont donc bien, en définitive, ceux du *Chrysalidocarpus oleraceus* dans l'Ouest et du *Neodypsis basilongus* dans l'Est.

Il faut toutefois rappeler que, ainsi que nous l'avons signalé dans divers Mémoires antérieurs, on trouve communément dans le nord-ouest de l'île le *Borassus flabellifer*, qui est le *dimaka* des Sakalaves; et là, comme en d'autres pays, ce ronier donne aussi un bon chou-palmiste.

BOTANIQUE. — *Sur la biologie et l'anatomie des Labiées à stolons souterrains.* Note de M. M. CHAILLOT, présentée par M. Gaston Bonnier.

Bien que les organes végétatifs des Labiées à stolons souterrains aient déjà fait l'objet de divers travaux, il est peu d'espèces chez lesquelles le développement et l'évolution de ces organes aient été étudiées d'une manière détaillée et approfondie. Il m'a paru intéressant de diriger mes recherches sur cette question, et, dans cette Note, je relaterai les principaux résultats de mes observations sur les *Lamium album* et *Teucrium Chamædrys*.

Un pied de *Lamium album*, récolté au printemps, se compose d'une partie souterraine formée de stolons allongés portant des racines aux différents nœuds et se relevant, à leur extrémité, en tige aérienne en général florifère. Ces tiges souterraines portent de distance en distance les restes desséchés des parties aériennes provenant des végétations précédentes; leur âge ne dépasse pas 2 ans. Pendant la floraison, les bourgeons, situés sur les derniers nœuds souterrains du stolon, se développent en produisant généralement des stolons courts dont l'extrémité se relève ensuite, puis

s'allonge en tige aérienne, en même temps que les racines qui s'étaient développées à ces nœuds prennent un grand développement. A mesure que les pousses précédentes apparaissent, la tige florifère de printemps se dessèche jusqu'au premier nœud porteur des nouveaux rameaux. Les nouvelles tiges aériennes s'accroissent rapidement; elles représentent, en quelque sorte, une seconde génération, la génération d'été; celles qui prennent naissance au nœud le plus rapproché de l'extrémité et qui est le plus abondamment pourvu de racines sont florifères, celles qui se développent à des nœuds plus éloignés possèdent des racines moins volumineuses et restent généralement stériles. Pendant que ces tiges s'accroissent, un grand nombre de bourgeons de leur partie souterraine se développent pour donner des stolons à croissance beaucoup plus rapide que ceux qui se sont formés au printemps et qui, au lieu de diriger leur extrémité vers la surface du sol, s'enfoncent au contraire à son intérieur. Ces stolons atteignent leur complet développement pendant l'été, restent souterrains tout l'hiver, et aux premiers jours du printemps suivant se redressent pour donner la première génération de tiges florifères dont nous avons parlé plus haut. Dans ce qui précède, nous n'avons signalé le développement de nouvelles formations souterraines que sur la partie végétative la plus jeune; on en rencontre cependant quelquefois sur des parties plus âgées, mais, dans ce cas, les jeunes stolons sont très ténus et n'arrivent jamais à donner des tiges aériennes, ils se flétrissent quand ils ont atteint une longueur de quelques centimètres.

Dans le *Teucrium Chamædrys*, le mode de végétation est à peu près le même et l'on observe, comme dans le *Lamium album*, deux générations, l'une de printemps, l'autre d'été, mais la partie souterraine reste vivante jusqu'à quatre années et demeure capable de donner de nouveaux stolons se développant en tiges florifères; de plus, la génération aérienne de printemps reste végétative, seule celle d'été porte des fleurs.

Au point de vue anatomique, la structure du stolon s'éloigne nettement, chez les deux espèces, de celle de la partie aérienne. On peut la caractériser par le grand développement de l'écorce qui comprend par exemple 7 ou 8 assises de cellules dans le *Lamium album* tandis que celle de la partie aérienne n'en possède que 4 ou 5, par la réduction du collenchyme et par le rapport du cylindre central à l'écorce qui ne dépasse pas 4 dans le stolon et qui atteint 6 à 7 dans la tige. Ces caractères se retrouvent dans le *Teucrium Chamædrys* où le nombre des assises de cellules corticales et le rapport du cylindre central à l'écorce varient dans des proportions analogues.

Si l'on compare deux stolons de même génération, on trouve souvent entre eux des différences anatomiques appréciables dans le développement du bois et du liber. Ces différences ont une origine nettement physiologique et l'observation montre qu'elles dépendent seulement de l'accroissement plus ou moins grand des racines que portent ces stolons.

Si l'on envisage maintenant les stolons de générations différentes, on constate qu'ils diffèrent par divers caractères, notamment par le nombre de

couches superposées qu'il est possible d'y distinguer dans le bois, l'épaisseur de l'anneau ligneux et les modifications que son accroissement détermine dans les cellules de l'écorce (cloisonnement etc.). Dans le *Teucrium Chamædrys*, chacune des deux périodes d'accroissement végétatif correspondant au printemps ou à l'été se traduit par la formation d'un anneau ligneux. Il se forme ainsi chaque année deux couches de bois qu'on peut reconnaître facilement grâce à leur constitution, chaque anneau débutant par une rangée de larges vaisseaux suivis de sclérenchyme. Mais l'épaisseur de ces anneaux diminuant rapidement, il devient presque impossible, au bout de la cinquième période végétative, de les distinguer les uns des autres. Dans le *Lamium album*, le bois de chaque anneau présentant une constitution homogène et semblable d'un anneau à l'autre, il n'est pas possible de faire la même distinction; on peut seulement reconnaître, comme dans les tiges ordinaires, le bois des années successives.

J'ai étudié aussi l'évolution des deux espèces précédentes en partant de la graine. Les jeunes plantules venant de graines semées en mars croissent rapidement et donnent une tige dressée florifère chez le *Lamium album*, stérile chez le *Teucrium Chamædrys*. A la base de cette tige, qui correspond à la génération de printemps, se développent vers le milieu de juin des stolons qui se redressent très rapidement en tiges florifères chez le *Lamium album* et qui correspondent à la génération d'été. Un peu plus tard, à la base des rameaux de cette seconde génération, se développent des stolons qui s'enfoncent dans le sol et passent l'hiver pour donner la génération de printemps de l'année suivante. L'évolution de la plante en partant de la graine est donc tout à fait analogue à l'évolution annuelle de la plante adulte. Il est à remarquer que les bourgeons qui donnent les stolons d'hiver se trouvent tout à fait à la base de la tige, à l'aisselle des cotylédons.

J'ai recherché à quelle partie de la tige pouvait être comparé le stolon, au point de vue anatomique. Des coupes faites de la base au sommet montrent qu'on peut distinguer, dans la tige dressée provenant de la germination, trois structures typiques différant par les ornements de l'épiderme, le développement du collenchyme, du bois et du liber, des formations secondaires libéro-ligneuses, etc., ce sont : la région de l'axe hypocotylé, la région végétative qui précède la tige florifère et la région florifère. C'est incontestablement de la première que se rapproche nettement la structure du stolon.

En résumé, les deux espèces étudiées nous présentent un type biologique de Labiées caractérisé par l'existence de deux générations annuelles de

tiges dressées et de stolons, et se distinguant nettement de celui de beaucoup d'autres Labiées telles que les *Lycopus europæus* et *Stachys silvatica* qui n'offrent qu'une seule génération de ces divers organes. Ce mode de végétation particulier marque son empreinte sur l'anatomie des stolons qu'on doit considérer morphologiquement comme des organes qui conservent la structure de la partie tout à fait basilaire de la tige.

MÉDECINE. — *L'antigène dans la réaction de Wassermann.* Note de M. A. **Desmoulière**, présentée par M. Guignard.

La valeur de la réaction de Wassermann est subordonnée à celle de l'antigène employé. Des recherches faites dans ce sens par de nombreux auteurs, et des essais que nous avons effectués, il découlerait que les meilleurs antigènes sont obtenus à l'aide de foies d'hérédo-syphilitiques, les extraits d'organes normaux donnant en général des résultats très inférieurs. Nous avons vérifié également que des antigènes préparés avec des foies différents d'hérédo-syphilitiques étaient souvent loin de présenter la même valeur, et qu'il était indispensable, avant d'utiliser un antigène, de contrôler très sévèrement les résultats qu'il fournissait comparativement avec d'autres antigènes connus : un bon antigène devant donner 100 pour 100 de Wassermann positifs dans la syphilis en activité.

Au point de vue de sa manière d'être dans la réaction de Wassermann, on peut admettre dans l'antigène l'existence de deux substances, ou de deux groupes de substances : substance antigénique, substance anticomplémentaire. Les résultats de recherches que nous poursuivons et le fait que des extraits d'organes normaux peuvent, dans certains cas, jouer le rôle d'antigènes, tendraient à faire admettre que la substance antigénique se trouve dans la plupart des organes normaux ou anormaux. Mais cette substance existe souvent à dose très faible, ou accompagnée de substances anticomplémentaires, obligeant à employer l'antigène à une dilution telle que son pouvoir antigénique devient insuffisant. Il y aurait donc un grand intérêt à pouvoir isoler la substance antigénique, ou du moins à enlever de l'antigène les substances anticomplémentaires. C'est ce que nous avons cherché à réaliser.

De nombreux essais effectués antérieurement [1], nous étions arrivés à

[1] Gaucher, Paris et Desmoulière, *Sur la teneur en cholestérine du sérum sanguin des syphilitiques* (Académie de Médecine, 16 juillet 1912).

cette constatation que la cholestérine paraissait jouer un rôle très important dans l'antigène. Nous avions pu, avec des solutions de cholestérine diluées dans du sérum physiologique, obtenir une déviation partielle du complément avec des sérums syphilitiques. Et nous avions conclu : « On peut se demander si l'insuccès relatif de ces recherches ne tient pas à l'impossibilité dans laquelle nous nous sommes trouvés d'opérer avec des solutions renfermant la cholestérine sous le même état physique ou chimique que celui où elle existe dans l'extrait alcoolique de foie. »

Sans vouloir entrer dans le détail des recherches que nous avons effectuées depuis cette époque, nous exposerons très succinctement, à titre d'exemple, les résultats de l'une de nos expériences :

Une poudre de foie d'hérédo-syphilitique nous a fourni par macération avec de l'alcool absolu (1 partie de poudre pour 20^{cm^3} d'alcool absolu ; 48 heures de macération à 37°, en agitant de temps en temps) un antigène très médiocre, possédant un faible pouvoir antigénique, et un pouvoir anticomplémentaire élevé. Désignons cette macération alcoolique par la lettre A.

3^g de la même poudre de foie ont été épuisés, dans une petite allonge en verre, par 100^{cm^3} d'éther ajoutés par petites fractions. La poudre, ainsi épuisée, a été séchée à l'air libre, puis à 37°, et mise dans un flacon fermé avec 60^{cm^3} d'alcool absolu. Après 48 heures de macération à 37°, en agitant de temps en temps, le produit a été filtré.

Le liquide obtenu, que nous désignerons par B, était moitié moins coloré que A, et il ne possédait sensiblement, aux doses habituelles, ni pouvoir antigénique, ni pouvoir anticomplémentaire.

En additionnant 10^{cm^3} de B de $0^g,10$ de cholestérine préparée par nous et pure, la dissolution a été assez rapide, et nous avons obtenu un liquide que nous désignerons par C.

Ce liquide, dilué dans l'eau physiologique à 1 + 15, a fourni un produit trouble, avec ondes soyeuses par agitation, mais sans précipité visible. Employée aux doses de $0^{cm^3},2$; $0^{cm^3},3$; $0^{cm^3},4$, cette dilution ne possédait aucun pouvoir anticomplémentaire, mais possédait par contre un pouvoir antigénique très supérieur à celui des antigènes les meilleurs que nous avions pu préparer par les méthodes connues.

Or, une solution de cholestérine pure à 1 pour 100 dans l'alcool absolu (solution qui se fait plus lentement que dans le liquide B) diluée à 1 + 15 dans l'eau physiologique, donne immédiatement un abondant précipité qui monte à la surface du liquide. Cette dilution, agitée et employée aux doses de $0^{cm^3},2$; $0^{cm^3},3$; $0^{cm^3},4$ ne possède qu'un pouvoir antigénique inconstant et très faible.

D'où peut provenir la différence d'action, comme antigène, du liquide C et de la solution simple de cholestérine dans l'alcool? Il semble bien qu'on puisse l'attribuer à un état différent de la cholestérine dans les deux produits. Le liquide B n'est pas antigénique ; additionné de cholestérine, il le devient. Une solution à 1 pour 100 de cholestérine dans l'alcool absolu précipite en masse par dilution dans l'eau physiolo-

gique; une solution à 1 pour 100 de cholestérine dans B donne par dilution dans l'eau physiologique un produit trouble, homogène, mais sans précipité apparent. Il doit donc exister dans B une ou plusieurs substances qui font que dans le liquide C la cholestérine se trouve à l'état de combinaison, ou sous un état physique particulier, communiquant à cette solution C des propriétés que n'a pas la solution de cholestérine dans l'alcool.

Fait intéressant à ce point de vue, nous avons constaté que si le liquide B ne contenait plus ni graisses ni cholestérine (enlevées par l'éther), il renfermait une proportion notable de phosphore organique, et la même dose d'azote titrable au formol (amino-acides) que A.

Ces composés phosphorés organiques et ces amino-acides semblent jouer un rôle capital au point de vue de l'état particulier de la cholestérine dans C. Nous étudions actuellement leur mode d'action.

Nous tenons surtout, dans cette note, à signaler qu'en additionnant d'une dose convenable de cholestérine une macération alcoolique de poudre de foie d'hérédo-syphilitique épuisée à l'éther, on peut obtenir un antigène d'une très grande sensibilité et d'une bonne conservation. Dans notre exemple précédemment cité, cet antigène aux doses signalées a permis l'hémolyse totale dans les témoins sans sérum de malade, ou avec des sérums provenant de non syphilitiques, et fait très important, dans un certain nombre de cas il nous a donné des réactions nettement positives avec des sérums de syphilitiques anciens ou traités, alors que la réaction de Wassermann effectuée par la méthode habituelle était négative.

Nous nous proposons de vérifier ce qui précède sur le plus grand nombre possible de sérums, provenant en particulier de malades syphilitiques certains, anciens ou traités, chez lesquels la réaction de Wassermann habituelle donne souvent un résultat négatif.

Ces recherches feront l'objet d'un travail ultérieur qui, nous l'espérons, permettra de définir le rôle de la cholestérine.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Influence de quelques composés chimiques sur les mélanines artificielles.* Note de M. **Maurice Piettre**, présentée par M. A. Laveran.

Dans une Note précédente nous avons étudié la composition chimique des mélanines artificielles. Nous nous proposons aujourd'hui d'examiner quelques-unes des conditions de formation de ces substances.

La technique suivie dans ces expériences, faites avec l'aide très obligeante de M. Raoul Ancelle, était la suivante : la diastase était préparée, en

soumettant à la presse des Russules (*Russula delica* Fr.) fraîches, bien nettoyées et lavées abondamment avec de l'eau distillée.

L'addition de chloroforme au suc recueilli et la conservation à la glacière nous ont permis de disposer, au cours de ces longues recherches, d'un produit diastasique d'activité égale. On fait agir cet extrait sur des solutions aqueuses stériles de tyrosine; le contact est maintenu pendant 48 heures. Pour déterminer le dépôt de mélanines avec décoloration de la liqueur (terme que nous nous sommes fixé), nous avons substitué, à $CaCl^2$ de nos premières expériences, $BaCl^2$, d'un effet égal au titre d'alcalino-terreux (Gessard) et doublement avantageux au point de vue de l'analyse et de son absence dans la liqueur diastasique. On recueille sur filtre taré, on lave et on pèse le précipité séché.

Dans une première série d'expériences on fait varier la proportion de tyrosine, de $0^g,1$ à 1^g par litre. On ajoute le même volume de diastase (10^{cm^3}) dans chaque opération faite à 37°. La mélanine est pesée avec soin. On obtient les chiffres suivants :

Poids de tyrosine.	Quantité de mélanine par litre.
g	g
0,1	0,089
0,2	0,1729
0,3	0,199
0,4	0,2203
0,5	0,2022
0,6	0,234
0,8	0,265
0,9	0,236
1	0,324

Si l'on rapporte, arbitrairement d'ailleurs, les poids de mélanine à 100^g de tyrosine, on constate que le rendement en mélanine peut atteindre jusqu'à 89 pour 100, c'est-à-dire de 30 pour 100 supérieur à celui indiqué par les auteurs.

Dans une deuxième série d'expériences on fait varier la diastase, la tyrosine restant constante ($0^g,5$ par litre). On recueille les chiffres suivants obtenus comme plus haut sur 5 à 10 litres et rapportés à 1 litre, à la température du Laboratoire, entre 18° et 22° :

Volume de liqueur diastasique	Quantité de mélanine par litre.
cm³	g
2	0,05
3	0,056
4	0,125
5	0,151
6	0,158
8	0,240
10	0,250
12	0,320
20	0,400

Enfin, si l'on fait agir la diastase en deux fois, c'est-à-dire après avoir séparé le premier précipité pigmentaire avant la seconde addition, les résultats sont très sensiblement les mêmes :

Diastase (volume I).	Mélanine par litre.	Diastase II.	Mélanine.	Mélanine totale.	Mélanine par une seule addition de diastase.
cm³		cm³			
5	0,173	5	0,097	0,267	0,250
4	0,147	5	0,0914	0,251	0,242
2	0,074	5	0,125	0,199	0,210
2	0,069	5	0,133	0,202	0,195
4	0,135	5	0,093	0,228	0,238

Le rendement en mélanine est donc sensiblement proportionnel aux poids de diastase et de tyrosine mis en œuvre.

II. Nous avons étudié l'action de quelques substances chimiques sur la précipitation des mélanines.

Les acides minéraux, SO^4H^2, PO^4H^3, HCl en solution aqueuse suffisamment concentrée précipitent les mélanines. Dans le cas de l'acide chlorhydrique, la concentration nécessaire est d'environ 15^{cm^3} de $\frac{HCl}{10}$ par litre de liqueur après 48 heures de contact avec la diastase. Le précipité par HCl, lavé à neutralité sur filtre et séché, a été traité par la méthode de Carius en présence de nitrate d'argent en vue du dosage du chlore. Sur $0^g,9555$ et $0^g,7715$ de matière, l'attaque nitrique n'a révélé aucune quantité appréciable de cet élément. La précipitation ne s'accompagne donc pas de fixation de Cl ou de HCl.

Les acides acétique et formique ne peuvent servir à la précipitation. Il en est de même des bases alcalines.

Les bases alcalino-terreuses, au contraire, provoquent un rapide dépôt pigmentaire. Pour la baryte, 100^{cm^3} de solution aqueuse saturée à la température ordinaire suffisent à décolorer 1 litre de liqueur.

Le précipité barytique lavé à l'abri de CO^2 jusqu'à neutralisation au tournesol contient une énorme proportion de BaO (35,02 pour 100 dans une expérience), comme s'il s'agissait d'une véritable défécation. On peut fortement abaisser cette teneur si on lave le précipité très longtemps à l'eau bouillante en le pulvérisant à plusieurs reprises dans l'intervalle des lavages. Après un tel lessivage avec 18^l d'eau, le pourcentage de baryum est tombé à 22,51 pour 100. Nous avons remarqué en même temps que chaque lavage entraîne une matière organique très riche en baryum, neutre au tournesol et à la phtaléine, alcaline au lachmus et à la cochenille et qui peut être précipitée de sa solution aqueuse, en présence d'un excès de baryte, sous forme de flocons ocres ou jaunâtres.

Le chlorure de baryum agit d'une façon très spéciale dans la précipitation des mélanines.

Deux échantillons obtenus à l'aide de $BaCl^2$ ont été analysés :

	Matière.	SO^4Ba.	Ba p. 100.
I. Attaque au Carius en présence de AzO^3Ag	0,9182	0,1035	6,577
II. Calcination	1,2218	0,1401	6,746

Absence de chlore.

Le baryum est donc seul retenu dans la proportion moyenne de 6,66 pour 100.

Conclusions. — De ces expériences il résulte : que l'acide chlorhydrique précipite les mélanines sans entrer en combinaison; que le chlorure de baryum apporte dans le dépôt pigmentaire une quantité de baryum sensiblement constante dans les conditions expérimentales indiquées.

Le dépôt mélanique semble donc résulter, dans certains cas, d'une simple précipitation et dans d'autres s'accompagner d'une combinaison chimique.

Cette fixation de baryum à partir du chlorure de baryum met nettement en lumière le rôle des alcalino-terreux au cours de certaines réactions diastasiques.

La séance est levée à 4 heures.

G. D.

ERRATA.

(Séance du 19 août 1912.)

Note de M. *Richard Birkeland*, Sur la trajectoire d'une particule électrisée dans un champ magnétique :

Page 448, dans les formules (3) et (4), *au lieu de* r, *lire* z.

Page 449, ligne 6, *au lieu de* $\frac{\mu_1}{\nu}$, *lire* $\frac{\mu_1}{\nu^2}$; ligne 12 en remontant, *au lieu de* r, *lire* z.

(Séance du 2 septembre 1912.)

Note de M. *H. Busquet*, Action cardiaque comparée de l'extrait physiologique de digitale et des autres préparations digitaliques :

Page 511, ligne 11, *au lieu de* certaines traces, *lire* certains tracés.

On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

…epuis 1835 les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux …tes, l'une par ordre alphabétique des matières, l'autre par ordre alphabétique des noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel …art du 1er Janvier.

Prix de l'abonnement :

Paris : 30 fr. — Départements : 40 fr. — Union postale : 44 fr.

On souscrit dans les départements,

chez Messieurs :

…en	Ferran frères.
…ger	Chaix. Jourdan. Ruff.
…iens	Courtin-Hecquet.
…gers	Grassin. Siraudeau.
…yonne	Jérôme.
…sançon	Marion.
…rdeaux	Feret. Laurens. Muller (G.).
…urges	Renaud.
…est	Derrien. Grandmontagne. F. Robert. Uzel frères.
…xen	Jouan.
…hambéry	Dardel.
…herbourg	Henry. Marguerie.
…lermont-Ferr.	Delaunay. Girard-Guillochin.
…ijon	Ratel. Rey. Venot.
…ouai	Degez. Lauverjat.
…renoble	Rey et Cie.
…a Rochelle	Foucher.
…e Havre	Dombre. Flammarion.
…ille	Giard. Janny. Tallandier.
Lorient	Baumal. Gosse.
Lyon	Duplat. Georg. Maloine. Phily.
Marseille	Ruat.
Montpellier	Valat. Coulet.
Moulins	Martial Place.
Nancy	Barbé. Berger. Wagner et Lambert.
Nantes	Veloppé.
Nice	Barma.
Nîmes	Lavagne-Peyrot.
Orléans	Loddé.
Poitiers	Blanchier. Lévrier.
Reims	L. Michaud.
Rennes	Plihon et Hommais.
Rochefort	Ripé.
Rouen	Langlois. Lestringant.
St-Étienne	Chevalier.
Toulon	Alté. Figard.
Toulouse	Gimet. Privat.
Tours	Boisselier. Péricat.
Valenciennes	Giard. Lemaître.

On souscrit à l'étranger.

chez Messieurs :

Amsterdam	Feikema Caarelsen et Cie.
Athènes	Eleftheroudakis.
Barcelone	Piaget. Verdaguer.
Berlin	Asher et Cie. Friedlander et fils. Mayer et Müller.
Berne	Francke.
Bologne	Zanichelli.
Bruxelles	Lamertin. Lebègue et Cie. Ramlot.
Bucarest	Alcalay. Socec et Ce.
Budapest	Kilian.
Cambridge	Deighton, Bell et Ce.
Christiania	Cammermeyer.
Constantinople	Otto Keil.
Copenhague	Höst et fils.
Florence	Seeber.
Gand	Herckenrath.
Gênes	Beuf.
Genève	Burckhardt. Georg.
La Haye	Belinfante frères.
Lausanne	Payot et Cie. Rouge. Sack.
Leipzig	Brockhaus. Fock. Twietmeyer. Voss.
Liége	Gnusé. Nierstrasz.
Londres	Dulau. Hachette et Cie. Nutt.
Luxembourg	V. Bück.
Madrid	Dossat. F. Fé. Romo. Ruiz et Cie.
Milan	Bocca frères. Hœpli.
Moscou	Tastevin.
Naples	Marghieri di Gius. Pellerano.
New-York	Dyrsen et Pfeiffer. Lemcke et Buechner. Stechert.
Odessa	Rousseau.
Oxford	Parker et Cie.
Palerme	Reber.
Porto	Magalhaes et Mon.
Prague	Rivnac.
Rio-Janeiro	Alvès. Briguiet. Garnier.
Rome	Bocca frères. Loescher et Cie.
Rotterdam	Kramers et fils.
Stockholm	Nordiska Boghandel.
St-Pétersbourg	Wolff. Zinserling.
Turin	Bocca frères. Brero. Rosenberg et Sellier.
Varsovie	Gebethner et Wolff.
Vérone	Drucker.
Vienne	Frick. Gerold et Cie.
Zürich	Rascher.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tomes **1** à **31**. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix .... **25** fr.
Tomes **32** à **61**. — (1er Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix .... **25** fr.
Tomes **62** à **91**. — (1er Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix .... **25** fr.
Tomes **92** à **121**. — (1er Janvier 1881 à 31 Décembre 1895.) Volume in-4°; 1900. Prix .... **25** fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I. — Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbes et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent …es Comètes, par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des …atières grasses, par M. Claude Bernard. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856 .... 25 fr.

Tome II. — Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences …our le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains … sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la … nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur Bronn. In-4°, avec 7 planches; 1861... 25 fr.

A la même Librairie les **Mémoires de l'Académie des Sciences**, et les **Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences.**

N° 13.

TABLE DES ARTICLES (Séance du 23 Septembre 1912).

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CORRESPONDANCE.

50192 PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : GAUTHIER-VILLARS.

1912

DEUXIÈME SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME 155.

N° 14 (30 Septembre 1912).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1912

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Toute Note manuscrite d'un Membre de l'Académie ou d'une personne étrangère ne pourra paraître dans le *Compte rendu* de la semaine que si elle a été remise le jour même de la séance.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Les *Comptes rendus* ne reproduisent pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* ne contiennent ni planches, ni figures.

Dans le cas exceptionnel où des figures seraient autorisées, l'espace occupé par ces figures comptera pour l'étendue réglementaire.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 30 SEPTEMBRE 1912.

PRÉSIDENCE DE M. ÉMILE PICARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Sur le crâne dit « de Descartes », qui fait partie des collections du Muséum.* Note de M. **Edmond Perrier.**

Ces jours derniers, à la suite de la présentation d'un Ouvrage relatif à Descartes, on s'est demandé ce qu'était devenu un crâne envoyé par Berzelius en 1821 à l'Académie des Sciences, et que le savant chimiste avait acheté à Stockholm comme étant celui du grand philosophe et mathématicien français. Ce crâne fut déposé par Cuvier dans la Collection d'Anatomie comparée du Muséum; mais la plupart des professeurs du Muséum étant, à ce moment de l'année, en congé régulier, on s'est demandé, sans qu'il leur fût possible de répondre, si ce crâne existait encore dans la collection, et l'on est allé jusqu'à supposer qu'il avait été égaré.

J'ai l'honneur de déposer sur le bureau de l'Académie, avec tout le respect dû à cette précieuse relique, même au cas où elle serait apocryphe, le crâne que Berzelius a renvoyé en France, ainsi que les originaux de deux lettres de ce chimiste célèbre, l'une datée du 6 avril adressée à Berthollet, l'autre du 30 juillet 1831 adressée à Cuvier, qui relatent quelques-unes des circonstances de l'acquisition de ce crâne. Celui-ci, quoi qu'on en ait dit, n'a jamais été égaré; en 1872, il faisait partie des collections d'Anatomie comparée du Muséum dont M. Paul Gervais avait la charge et il fut représenté en tête du premier Volume de son *Journal de Zoologie* qui parut cette année-là. Le 11 avril 1878, il passa dans les collections

d'Anthropologie, alors dirigées par M. de Quatrefages; il n'en est pas sorti depuis et le professeur actuel d'Anthropologie du Muséum, M. le Dr Verneau, m'a prié de le présenter, tel qu'il est, à l'Académie en même temps qu'il m'a donné sur ses origines les indications qui suivent : le crâne de Descartes aurait été *pris* en 1666 par le capitaine des gardes Israël Plaaström qui avait été chargé de présider à l'exhumation du corps du grand philosophe qui devait être transporté en France. Un autre crâne aurait été substitué au crâne véritable, ce qui explique le bruit répandu (et, dit-on, sur l'aveu même du coupable) que le crâne revenu en France avec le reste du squelette aurait été lui-même détourné et aurait servi à découper des bagues distribuées à des cartésiens notoires; le vrai crâne serait resté en Suède.

Quoi qu'il en soit, Berzelius a acheté à Stockholm, en 1821, pour 37fr,50, d'un nommé Arngren, tenancier d'une maison de jeu, secrètement tolérée, un crâne que celui-ci avait payé le même prix à la vente aux enchères du mobilier et de la bibliothèque du voyageur Sparrman; ce crâne, qui passait pour celui de Descartes, c'est le crâne que je présente aujourd'hui à l'Académie. Sparrman le tenait d'Ahgren; il avait été auparavant la propriété d'Arkenholtz, qui le tenait lui-même d'Hægerflycht, venant des mains d'Olàus Celsius fils, évêque de Lund, après avoir passé entre celles d'Anders Anton von Stjermann, lequel était son possesseur en 1751.

Le nom de chacun de ces personnages est inscrit sur ce crâne, et il n'y a aucune raison de supposer que cette profusion de signatures soit le fait d'une imposture. Entre cette date de 1751 et l'année 1666, qui fut celle de l'exhumation de Descartes, soit pendant 85 ans, on ne sait quelle fut la destinée de notre relique. Mais on s'explique assez bien que la famille du capitaine Plaaström n'ait pas été très soucieuse de révéler son pieux larcin. Le nom du capitaine se trouve d'ailleurs également sur le crâne ainsi qu'une inscription latine, parfaitement lisible, sur le frontal. Si l'on admet l'hypothèse d'une substitution, les difficultés qu'a pu présenter cette opération ne sont pas suffisantes pour établir, en présence de l'aveu de celui qui prétend l'avoir faite, qu'elle n'a pas été faite, et tous les arguments de Delambre tombent d'eux-mêmes, ainsi que tous ceux qui ont été présentés depuis contre l'authenticité de cette pièce vénérable. Il reste la comparaison faite par Cuvier entre les caractéristiques du crâne envoyé par Berzelius et celles des portraits authentiques de Descartes, comparaison qui, pour Cuvier, parut convaincante.

Le crâne parvenu en 1821 au Muséum n'a d'ailleurs jamais fait partie de la

collection de Gall, qui n'en possédait qu'un moulage. Cette collection ne fut achetée 200^{fr} pour le Muséum qu'en 1831. Malgré l'intérêt qu'elle présentait au point de vue historique, à partir de 1898 on cessa de l'exposer dans les galeries publiques parce que des crânes ou des moulages de crânes de personnages illustres dont les familles existent encore y voisinent avec ceux d'individus dont la notoriété n'a rien d'enviable. Cette collection était placée dans les vitrines des beaux sous-sols des galeries construites par Dutert, en bordure de la rue de Buffon; ces galeries ont été submergées par 1^{m},50 d'eau durant les inondations de 1910, et il a fallu déménager en hâte les pièces qu'elles contenaient; mais elles n'ont pu encore réintégrer leur place parce que les réparations nécessitées par les inondations ne sont pas encore terminées. Or la situation du Muséum est telle qu'il est impossible d'y caser désormais un objet quelconque : quand on est obligé de vider une vitrine ou un tiroir, on ne peut trouver ni une vitrine ni un tiroir pour les suppléer. Il faut se contenter des planchers ou de bâtiments en ruine, condamnés à une démolition prochaine.

Le célèbre herbier Cosson, donné par le Dr Durand avec 100000^{fr}, dont la rente doit servir à son entretien, a dû être logé dans les immondes galeries qui bordent la rue Geoffroy-Saint-Hilaire et qui déshonoraient le voisinage même de la Pitié; l'herbier Drake del Castillo, presque de même valeur, légué avec 50000^{fr} pour son entretien, attend dans l'hôtel des héritiers que le Muséum en puisse prendre possession. Dans les galeries d'Anatomie comparée, il est impossible de caser le dernier spécimen de ces Rythines, grands Mammifères marins découverts vivants en 1741 et qui ont disparu depuis 1768, et les collections de Cuvier ont dû être laissées dans le vieux local, partout étayé, qu'il fit sommairement construire sous le premier Empire pour les abriter.

L'un des plus magnifiques fossiles de l'Amérique, le *Triceratops*, reptile ayant l'allure d'un gigantesque Rhinocéros, ne peut trouver place dans les galeries encombrées de Paléontologie, et ainsi du reste. Cependant, il y a 22 ans que les galeries de Zoologie, inaugurées en 1889, attendent leur achèvement; 12 ans que celles d'Anatomie comparée attendent leur dernier tiers : une muraille de fortune, que l'humidité pénètre, défend seule ce qui est construit contre les intempéries.

Le Conseil des Ministres, ému de cette situation, a autorisé M. le Ministre de l'Instruction publique à déposer un projet de loi ayant pour objet l'ouverture des crédits nécessaires à la restauration totale de cette grande Maison qui a plus fait que toute autre pour la Science française, et doit

prendre une importance nouvelle en raison de l'extension de notre empire colonial, dont elle est officiellement le Conseil scientifique.

Il n'y a plus un instant à perdre; cette réfection doit être entreprise et continuée sans interruption, sous peine de voir disparaître, faute de pouvoir y maintenir l'ordre, des collections dont la valeur approcherait du milliard, si elle n'était inestimable.

Nous espérons que le Parlement secondera, jusqu'à l'achèvement complet de cette œuvre, une initiative dont tous les savants sont reconnaissants au Gouvernement.

GÉOLOGIE. — *Résultats scientifiques de l'Excursion alpine de la « Geologische Vereinigung » : les nappes lépontines à l'ouest d'Innsbruck.* Note de M. **Pierre Termier.**

Mon savant collègue et ami le Professeur G. Steinmann, de l'Université de Bonn, a eu l'heureuse idée d'organiser, pour l'été de 1912, une excursion de la *Geologische Vereinigung* dans les Alpes des Grisons et dans les Tauern, et d'inviter à cette réunion les géologues qui s'intéressent à la stratigraphie et à la tectonique alpine. Nous étions une vingtaine au rendez-vous. L'excursion a duré trois semaines, du 19 août au 7 septembre, et nous a conduits de Bludenz, en Vorarlberg, à Spittal, en Carinthie, à travers le Rätikon, le Prätigau, la dépression de Davos, la Via Mala, le Schams, l'Oberhalbstein, le col Longhin, la vallée de l'Inn, le haut Zillertal, les Tauern de Radstadt et, finalement, les montagnes du Katschberg par où se terminent, à l'Est, les Hohe Tauern. Nos guides étaient : pour le Rätikon, M. W. von Seidlitz, de Strasbourg; pour la Cotschna, l'Oberhalbstein, la Haute-Engadine, M. Steinmann ; pour le Schams, M. H. Meyer, de Giessen ; pour le col Longhin, M. H.-P. Cornelius; pour la Basse-Engadine, MM. W. Paulcke, de Carlsruhe, et W. Hammer, de Vienne; pour le Zillertal, M. B. Sander, d'Innsbruck ; pour les Tauern de Radstadt, M. L. Kober, de Vienne; enfin, pour le Katschberg et la terminaison orientale des Hohe Tauern, M. le Professeur F. Becke, de l'Université de Vienne. Le temps a été souvent très mauvais ; cependant, grâce au dévouement et à la compétence des savants qui dirigeaient la caravane, aucune partie importante du programme n'a été sacrifiée, et nous avons vu, malgré les intempéries, à peu près tout ce que nous voulions voir. A Innsbruck, où nous devions passer la journée du 29 août, une surprise nous attendait : Eduard Suess se

trouvait là, venu tout exprès de Hongrie pour assister avec nous, dans un des amphithéâtres de l'Université, à l'Assemblée générale de la *Geologische Vereinigung*. L'auteur de *Die Entstehung der Alpen* avait tenu, malgré ses 81 ans, à nous apporter, lui-même, le témoignage de son ardente sympathie et l'exemple réconfortant d'une activité scientifique sur laquelle l'âge n'a pas de prise.

La date du 29 août 1912 marquera, je crois, dans l'histoire de la géologie alpine, le triomphe définitif de la théorie des grandes nappes, l'entrée de cette théorie dans l'enseignement classique. On se rappelle peut-être le violent orage que souleva, vers la fin de 1903, l'énoncé, aux *Comptes rendus* des séances de l'Académie des Sciences de Paris, d'une doctrine synthétique nouvelle, qui reposait sur l'existence, dans les Alpes orientales, d'une série de nappes empilées, toutes venues du Sud à la façon des nappes des Alpes suisses, et qui affirmait le charriage des Alpes calcaires septentrionales pardessus la *Zentralzone*. Et voici que, moins de neuf ans plus tard, un *meeting* de géologues se réunit, dans la même région des Alpes, et se trouve, à la suite d'un voyage de trois semaines, à peu près unanime à constater que cette doctrine est conforme à la réalité! Il reste encore quelques sceptiques; il n'y a déjà plus de contradicteurs. Tout le monde, ou presque tout le monde, accorde que les nappes lépontines du Rätikon, du Prätigau, du Schams, de l'Oberhalbstein, de la Maloja, s'engouffrant sous le *tunnel* des nappes austro-alpines, vont reparaître au jour dans deux *fenêtres* qui crèvent la voûte de ce tunnel: la fenêtre de la Basse-Engadine, longue de 55^{km}, et, 60^{km} plus à l'Est, la fenêtre des Tauern, longue de 160^{km}. Et tout le monde reconnaît que, cette structure de la Zentralzone une fois admise, la théorie des grandes nappes, la théorie de 1903, devient nécessaire et s'applique à toutes les Alpes orientales.

Le principal objet de notre Excursion était d'étudier les nappes *lépontines*, d'abord à l'ouest d'Innsbruck, entre le Rhin et l'extrémité nord-est de la fenêtre de la Basse-Engadine, puis à l'est d'Innsbruck, dans la chaîne des Tauern ; de raccorder, par conséquent, les observations de M. Steinmann et de ses disciples à celles des géologues autrichiens, M. Becke, le regretté Uhlig et les élèves de ces deux maîtres. Mais avant de parler des nappes lépontines et de dire ce que leur étude nous a appris, il importe de les définir avec précision.

L'usage, en Géologie, de l'adjectif *lépontin* est antérieur à la théorie des grandes nappes. M. Steinmann s'en est servi le premier, en 1895, pour désigner un faciès du Trias, habituel dans la région moyenne des Grisons,

distinct du faciès helvétique et du faciès austro-alpin du même terrain, et s'associant intimement avec les faciès *Bündner Schiefer* et *Schistes lustrés* des autres étages du Mésozoïque et de l'Éocène. Dix ans plus tard, en 1905, Eduard Suess, se ralliant à la théorie des grandes nappes, proposait de diviser en trois parties le paquet des nappes superposées : le système helvétique, à la base; au milieu, le système lépontin; tout en haut, le système austro-alpin. Dans les Grisons, cette division purement tectonique coïncidait assez bien avec celle qu'on eût pu tirer des différences de faciès : en d'autres termes, les nappes lépontines, dans les Grisons, sont faites de terrain à faciès lépontins. Mais il ne faut pas s'attendre à ce que la coïncidence soit générale. Les faciès changent dans la même nappe; et il est donc inadmissible de définir une nappe, entité tectonique, par des caractères stratigraphiques. La véritable définition des nappes lépontines est la suivante : *ce sont les nappes qui, dans les Alpes des Grisons, s'intercalent entre les nappes helvétiques et les nappes austro-alpines*, la nappe la plus basse du système lépontin étant la nappe des *Schistes lustrés*, et la nappe la plus basse du système austro-alpin étant la nappe de la Silvretta.

A l'est des Grisons, c'est-à-dire dans les Alpes orientales, on donnera le nom de *nappes lépontines* à celles qui apparaîtront sous la nappe austro-alpine prolongeant la nappe de la Silvretta. Toute cette question de nomenclature, dans les Alpes orientales, sera ainsi ramenée à une question tectonique : l'assimilation à la nappe de la Silvretta d'une certaine nappe, prise désormais comme base du système austro-alpin. Il est clair que cette assimilation pourra être délicate; on doit donc s'attendre pendant quelque temps encore à un peu d'incertitude sur la limite des nappes austro-alpines et des nappes lépontines dans les Alpes orientales. Pour fixer les idées, nous admettrons que, le long du bord nord des Tauern, la nappe austro-alpine la plus basse est celle des phyllades paléozoïques du Pinzgau, et que, au Katschberg, le même rôle est joué par la nappe des micaschistes grenatifères et des gneiss.

De toutes les nappes lépontines, la plus importante, je veux dire celle qui a, tout à la fois, le plus de constance et d'originalité, celle dont la continuité est la plus évidente, c'est la nappe des *Schistes lustrés*. Elle est presque partout très épaisse, et l'on se demande parfois si elle n'est pas complexe, ou repliée sur elle-même. Son allure, en grand, est habituellement régulière et tranquille, et contraste avec l'allure plissée, morcelée, déchiquetée des nappes qui la surmontent. Elle est formée essentiellement de *Schistes lustrés*, c'est-à-dire d'une série cristallophyllienne où dominent

les calcschistes micacés, mais où se rencontrent aussi de vrais micaschistes, des quartzites micacés et des bancs de véritables marbres; de plus, presque partout, elle renferme des *roches vertes*, serpentines, gabbros, schistes chloriteux, amphiboliques ou pyroxéniques, toujours épidotifères. Ces *Schistes lustrés*, qu'on suit de la Ligurie au Rhin, qu'on retrouve dans la Corse orientale et à l'île d'Elbe, qui reparaissent enfin dans la Basse-Engadine et dans les Tauern, *sont toujours semblables à eux-mêmes*. Nous savons maintenant, *d'une façon certaine*, par les observations faites dans les Alpes occidentales et en Ligurie, que ces *Schistes lustrés* sont une *série compréhensive* allant du Trias supérieur à l'Éocène, série transformée par le métamorphisme régional et devenue cristallophyllienne. Ce sont eux que le Rhin a découpés et creusés dans les gorges de la Via Mala; eux encore qui forment, entre Schuls et Prutz, le fond de la fenêtre de la Basse-Engadine; eux enfin qui constituent l'enveloppe extérieure de la *Schieferhülle* des Hohe Tauern. Leur importance, dans toutes les Alpes, est telle que le nom de *Schistes lustrés*, maintenant connu des géologues du monde entier, mérite de passer désormais dans le langage international. Ce nom n'est point synonyme de Bündner Schiefer : car beaucoup de Bündner Schiefer ne sont pas métamorphiques, au lieu que la haute cristallinité est un caractère essentiel des *Schistes lustrés*. Quant aux expressions *Kalkglimmerschiefer* et *Kalkphyllite* par lesquelles les géologues autrichiens ont désigné jusqu'ici les *Schistes lustrés* des Hohe Tauern, elles sont trop pétrographiques et elles ont été, surtout la deuxième, appliquées à trop de terrains différents, pour convenir à une entité géologique aussi vaste et aussi bien définie.

Après la nappe des Schistes lustrés, la plus originale et, tout au moins dans les Grisons, la mieux définie et la plus constante des nappes lépontines est celle que M. Steinmann a nommé *nappe rhetique* et qui vient tout au sommet, ou presque tout au sommet, du système lépontin. Elle est caractérisée par l'union des roches éruptives basiques (basalte, spilite, diabase, variolite, gabbro, serpentine, celle-ci parfois accompagnée de veinules de néphrite) et des dépôts marins de grande profondeur (radiolarites, schistes rouges). Ces dépôts appartiennent probablement au Jurassique. On trouve aussi, dans la même nappe, du Trias (quartzites, marbres phylliteux, calcaires, dolomies), des schistes noirs ou bigarrés d'âge incertain, parfois un peu de Verrucano, parfois enfin du granite ou des gneiss. Souvent réduite à une épaisseur très faible, ou même localement supprimée, elle se renfle, dans le sud des Grisons, jusqu'à avoir, aux environs de la Maloja, 1^{km} de puissance. Sa *racine* est placée par M. Steinmann un peu au sud du

Monte della Disgrazia. De là jusqu'au lac de Constance, la nappe rhétique s'étend sur près de 100^{km}, surmontée par la plus basse des nappes austro-alpines ou par une nappe intermédiaire (Bardella, Albula, Aela, Err, etc.). On la reconnaît encore, çà et là, sur le bord de la fenêtre de la Basse-Engadine, grâce au caractère tiré de l'abondance des roches éruptives basiques. Sa présence dans les Tauern de l'Ouest est douteuse; mais, dans les Tauern de l'Est, c'est probablement à cette même nappe rhétique qu'il convient de rapporter le *deuxième étage des roches vertes* signalé par MM. Becke, Kober, Seemann et Stark, étage séparé des Schistes lustrés par une nappe renfermant du Mésozoïque (région du Sonnblick, Heiligenblut, etc.).

Entre la nappe rhétique et la nappe des Schistes lustrés, on trouve, presque partout, une série de nappes empilées, souvent trois, peut-être même cinq dans certaines régions. Elles diffèrent entre elles par les faciès des divers étages du Mésozoïque et de l'Éocène; elles ne renferment ni *roches vertes*, ni roches éruptives basiques, ni radiolarites; les terrains n'y sont pas ou presque pas métamorphiques. La plupart de ces nappes, dans les Grisons, ont des étages de brèches, et qui sont de divers âges : liasiques, crétacées ou même éocènes. Toutes contiennent des étages de schistes noirs, analogues aux *Bündner Schiefer*. Dans quelques-unes, le Jurassique supérieur est à l'état de marbres. Dans toutes, le Trias a les mêmes caractères, ou à peu près, et se montre formé de quartzites, marbres phylliteux, dolomies et calcaires, cargneules et gypses. Mais, contrairement à ce qui arrive pour la nappe des Schistes lustrés et pour la nappe rhétique, aucune de ces nappes ne reste longtemps semblable à elle-même. Dans chacune d'elle, les faciès des terrains autres que le Trias varient. Il en résulte que les assimilations, d'une région à l'autre, sont presque impossibles, en tout cas très hypothétiques. On voit, dans toutes les coupes, des analogies; il n'y a pas deux coupes qui soient absolument semblables. Les dissemblances sont naturellement augmentées par les suppressions et déformations mécaniques, dont l'intensité, parfois, est à confondre l'imagination. C'est dire que toute tentative de numérotage des nappes lépontines, actuellement, serait vaine. Nous ne savons même pas si la nappe des schistes monotones du Prätigau est l'une des nappes lépontines comprises entre Schistes lustrés et nappe rhétique, ou si elle est simplement la continuation septentrionale de la nappe des Schistes lustrés. C'est vers cette dernière solution qu'inclinait jusqu'ici M. Steinmann; mais les derniers travaux de M. F. Zyndel rendent la première solution plus probable. Ces schistes monotones du

Prätigau sont les vrais Bündner Schiefer, au sens le plus ancien de l'expression ; ils ne sont pas ou presque pas métamorphiques ; ils sont extrêmement épais ; ils ne renferment pas de *roches vertes ;* ils alternent parfois avec des calcaires, des grès, de fines brèches ; quelques bancs (tout en haut de la nappe) contiennent des *Globigérines*, d'autres ont donné des *Orbitolines :* le tout est évidemment une *série compréhensive*, analogue à celle des Schistes lustrés, mais peut-être pas identique, et ayant en tout cas échappé au métamorphisme régional.

Le Rätikon montre, au-dessus de la nappe des schistes du Prätigau, une nappe caractérisée par un étage de Malm à faciès marmoréen (calcaire de la Sulzfluh), par la présence aussi de *couches rouges* crétacées, enfin par l'existence constante, à sa base, d'une lame de granite écrasé, réduite quelquefois à moins de 1^m d'épaisseur. La puissance des calcaires blancs de la Sulzfluh peut aller à 1000^m, par suite de reploiements et de glissements intimes où s'intercalent des lames de *couches rouges ;* elle tombe à zéro, au Sud vers Klosters, au Nord près du Lünersee, de sorte que toute cette nappe a la forme d'une lentille longue d'environ 30^{km}, épaisse au maximum de 1^{km}. C'est la *Klippendecke* de M. Steinmann. Au-dessus d'elle vient un étage qui est *un mélange de débris de nappes* (*Quetschzone* de M. von Seidlitz) : on y trouve de tout, mylonites granitiques ou gneissiques, brèches et schistes du Lias, schistes noirs à *Fucoïdes*, brèches à *Orbitolines*, témoins broyés de la nappe rhétique (Verrucano, Trias, spilite, serpentine), enfin de grandes lentilles de granite et de diorite collées contre la base de la nappe de la Silvretta et appartenant peut-être déjà à cette nappe, dont elles seraient de simples copeaux détachés. Sur ce chaos de débris de nappes flotte, dans les hautes cîmes, la nappe de la Silvretta, ici à l'état de micaschistes ou de gneiss, ailleurs à l'état de terrains mésozoïques : elle a l'allure lenticulaire, mais elle n'est ni déchiquetée, ni écrasée.

Entre le Schams et l'Oberhalbstein, on traverse plusieurs nappes lépontines, ayant sous elles la nappe des Schistes lustrés, sur elles la nappe rhétique. M. Meyer en distingue trois : nappe inférieure des *Klippes* (avec Malm marmoréen); nappe supérieure des *Klippes* (avec brèche jurassique du Falknis); nappe des *brèches* (avec Lias et Rhétien fossilifères et avec brèches crétacées à *Orbitolines*). A la base de chacune de ces trois nappes et à la base aussi de la nappe rhétique, il y a une lame de granite (Rofnaporphyr). L'écrasement est extraordinaire, surtout vers la base du paquet, dans les deux nappes des *Klippes :* et l'on observe, sur des épaisseurs pouvant atteindre 100^m, d'invraisemblables mylonites, où le granite se mélange

aux sédiments, mylonites souvent laminées et ressemblant alors à des sortes de gneiss où il y aurait des noyaux de calcaire jurassique et de dolomie triasique.

Dans la *fenêtre* de la Basse-Engadine, les complications de détail sont peut-être plus grandes encore. Tout au fond, on a les Schistes lustrés, à Schuls, à Compatsch, à Finstermünz, à Pfunds, à Prutz; tout en haut, immédiatement sous la nappe de la Silvretta, on a la nappe rhétique, mais lenticulaire et à l'état de grands débris. Entre Schistes lustrés et nappe rhétique, il y a du granite ou du gneiss en vastes lentilles, et des sédiments variés : quartzites, marbres et dolomies du Trias, brèches crétacées et tertiaires (*Rozbreccien* de M. Paulcke), Trias gypseux avec cargneules, Lias sous la forme de Klippes éparses avec nombreux fossiles (*Belemnites*, *Crinoïdes*, *Arietites*), schistes noirs du type Bündner Schiefer, etc. Combien cela fait-il de nappes distinctes? On ne sait au juste. Trois au moins : celle des Klippes de Lias, immédiatement au-dessous de la nappe rhétique; plus bas, celle du Trias gypseux; plus bas encore, celle des brèches de Roz. Ces nappes sont repliées sur elles-mêmes et se répètent. Vers le nord, elles s'amincissent ou même disparaissent successivement : autour de Prutz, il semble n'y avoir, entre les Schistes lustrés et les gneiss austro-alpins, qu'une seule nappe continue, formée surtout de Trias, et, en outre, çà et là, quelques témoins isolés de la nappe des brèches et de la nappe rhétique.

PHYSIQUE. — *Sur un genre particulier de courants électriques.* Note de M. Gouy.

1. On regarde un corps non électrisé comme portant des charges égales des deux électricités. D'ordinaire ces charges participent au mouvement du corps, et ce mouvement peut ainsi être regardé comme constituant deux courants électriques qui se neutralisent exactement. On peut cependant concevoir, dans les idées actuelles, que les deux espèces d'électricité, portées par des particules douées d'une certaine indépendance, se meuvent dans certaines conditions avec des vitesses différentes. S'il en est ainsi, le mouvement du corps non électrisé doit constituer un courant électrique de convection, produisant ses effets ordinaires.

2. Ces considérations s'appliquent immédiatement aux gaz incandescents, dans lesquels une petite fraction des molécules est décomposée en ions positifs et en électrons négatifs. Supposons qu'il existe un champ ma-

gnétique H dirigé suivant Oz, et un champ électrique dont les composantes sont X, Y, Z. Soient A, B, C les composantes de la vitesse du moyen mouvement du gaz (¹). Une particule électrisée (ion ou électron), de charge $\pm e$ et de masse m, entre deux rencontres, décrit avec la vitesse angulaire $\omega = \frac{eH}{m}$ un cercle mobile, dont le plan est parallèle à xOy, et dont le centre a pour coordonnées :

$$(1) \qquad x = x_0 + \frac{Y}{H}t, \qquad y = y_0 - \frac{X}{H}t, \qquad z = z_0 + \alpha t \pm \frac{e}{2m}Zt^2,$$

x_0, y_0, z_0, α étant des constantes.

A chaque rencontre, ce centre éprouve un déplacement subit. Soit θ la durée moyenne de l'intervalle entre deux rencontres. Si $\omega\theta$ est petit, l'arc de cercle décrit entre deux rencontres peut être confondu avec sa tangente, et tout se passe comme d'ordinaire ; les particules suivent le mouvement du gaz, et obéissent en outre aux forces qui les sollicitent. Si, au contraire, $\omega\theta$ est grand, l'effet moyen des rencontres devient minime ; on peut dire alors, avec une erreur relative moindre que $\frac{1}{\omega\theta}$, que les particules ne sont plus sensiblement entraînées par le gaz dans son mouvement, sauf suivant Oz, et qu'elles ont le moyen mouvement qui est défini par les équations (1).

3. Remarquons maintenant que ω est en moyenne 200000 fois plus petit pour les ions que pour les électrons, tandis que l'écart est bien moindre pour θ. Divers cas peuvent se présenter. Si $\omega\theta$ est petit pour les ions et les électrons, les uns et les autres suivent le mouvement du gaz. Si $\omega\theta$ est petit pour les ions et grand pour les électrons, les premiers suivent le mouvement du gaz, et les seconds ont le moyen mouvement (1). C'est ce que nous appellerons la condition *optimum*. Enfin, si $\omega\theta$ est grand pour les ions et les électrons, les uns et les autres ont le moyen mouvement (1). Dans ce qui suit, nous supposons que l'optimum est réalisé (²).

(¹) Le moyen mouvement est celui du centre de gravité du contenu d'un petit volume. Nous considérerons de même le moyen mouvement des électrons ou celui des ions.

(²) En dehors de la condition optimum, les ions suivent le mouvement du gaz mieux que les électrons, en sorte que les effets examinés ci-après restent de même sens, tout en diminuant d'intensité.

Dans l'hydrogène, pour 1000 gauss, 30000° et $0^{atm},1$, $\omega\theta$ serait de l'ordre de 0,1 pour les ions, en assimilant ceux-ci aux molécules pour la valeur de θ, ce qui n'est pas bien exact.

4. Le moyen mouvement des ions dans le champ H engendre une force électromotrice qui, jointe au champ (X, Y, Z), produit un courant I qui a pour composantes :

$$(2) \qquad \frac{1}{\rho'}[H(B+b)+X], \quad \frac{1}{\rho'}[-H(A+a)+Y], \quad \frac{1}{\rho}Z \ \text{[1]}.$$

Ce courant I détermine X, Y, Z d'après les conditions du problème.

Si la masse de gaz, limitée par une enveloppe isolante, subit une translation dans un champ uniforme, on voit aisément que $I=0$, et l'on a par suite,

$$(3) \qquad X=-BH, \quad Y=AH, \quad Z=0.$$

Le mouvement (1) est alors le mouvement même du gaz ; les électrons sont entraînés comme les ions, et le mouvement du gaz ne constitue pas un courant électrique.

Il en est de même quand le gaz tourne comme un corps solide autour d'un axe parallèle au champ magnétique.

5. Il n'en est plus de même quand les diverses parties du gaz sont animées de vitesses angulaires différentes. L'intégrale de la force électromotrice le long d'une courbe fermée étant en général différente de zéro, aucune distribution électrostatique ne peut réaliser l'équilibre, et le courant I existe. Dès lors X et Y sont différents des valeurs (3), et le mouvement moyen (1) des électrons diffère du mouvement moyen des ions. Par suite le mouvement de l'unité de volume du gaz, où M est la charge totale des ions, constitue un courant électrique, comme si cette charge M seule avait une vitesse dont les composantes seraient

$$(4) \qquad A-\frac{Y}{H}, \quad B+\frac{X}{H}, \quad 0.$$

Il se produit ainsi un champ magnétique qui peut être bien supérieur à celui qui a servi de point de départ; tel sera le cas, par exemple, pour un tourbillon existant dans une masse gazeuse moins agitée [2]. Un champ magnétique, quelque faible qu'il soit, suffit, sous certaines conditions,

---

(1) a et b sont les composantes de la vitesse du moyen mouvement des ions par rapport au gaz ; ρ' est la résistivité suivant Ox et Oy, qui est bien plus grande que sa valeur normale ρ, valable suivant Oz.

(2) L'ordre de grandeur du résultat peut souvent être évalué facilement; mais un calcul complet est d'autant plus malaisé que la résistivité n'est pas constante.

pour mettre en train ce mécanisme et déterminer ainsi la production d'un champ intense, sans que la vitesse du gaz nécessaire pour cela soit bien considérable, en raison de la grande valeur de M, même dans un gaz assez peu ionisé ([1]).

6. Nous allons examiner une autre action, connexe de la précédente. En général, une force de champ électrique F, agissant sur un corps non électrisé, ne peut modifier le mouvement de ce corps ([2]). Il n'en est plus de même pour un gaz ionisé, dans un champ magnétique. Nous nous bornerons ici à considérer le cas où le gaz est assez raréfié pour que $\omega\theta$ soit grand pour les ions et les électrons ([3]).

Supposons que F soit une force électromotrice d'induction, produite, par exemple, par la variation du flux magnétique d'un tourbillon voisin. Supposons le gaz en repos au point considéré. Ce gaz étant illimité, aucune distribution électrostatique ne peut équilibrer F, et par suite X et Y sont différents de zéro et sont en général de l'ordre de F. Les ions et les électrons sont animés du moyen mouvement (1) (abstraction faite des Z) et, par l'effet des rencontres, ils tendent à entraîner les molécules gazeuses dans leur mouvement. Si le gaz n'éprouve pas l'effet d'autres forces, il prendra donc finalement le mouvement (1), perpendiculairement au champ magnétique. La vitesse ainsi imprimée au gaz peut être considérable pour des valeurs modérées de F, par exemple 1 volt : cm; pour $H = 1$, cette vitesse finale pourra atteindre alors 1000 km : sec.

Il paraît probable que les actions que nous venons d'examiner s'exercent dans le Soleil et produisent les champs magnétiques intenses et les mouvements très rapides qu'on y observe. Dans un autre ordre d'idées, on peut penser que les métaux, qu'on regarde comme contenant des électrons libres, doivent être le siège d'effets de ce genre; reste à savoir si ces effets y sont d'un ordre de grandeur appréciable ([4]).

([1]) On remarque que la différence existant entre le moyen mouvement des électrons et celui du gaz tend à ralentir le mouvement des parties du gaz animées des plus grandes vitesses, et en général à accélérer celui des parties animées de vitesses plus faibles. L'effet d'ensemble est comparable à celui de la viscosité, mais avec une loi plus complexe, et sans doute une plus grande efficacité.

([2]) Abstraction faite de l'attraction électrostatique des diélectriques, qui est minime pour les gaz.

([3]) Dans l'hydrogène, pour 1 gauss, 6000° et 10^{-7} atm, $\omega\theta$ vaudrait environ 50 pour les ions et beaucoup plus pour les électrons.

([4]) Des expériences sont en préparation.

CORRESPONDANCE.

M. le **Recteur de l'Université de Kharkoff**, M. le **Président** et M. le **Secrétaire perpétuel de la Société Royale des Sciences d'Upsal** adressent à l'Académie l'expression de leurs sentiments de condoléances à l'occasion de la mort de *Henri Poincaré*.

La **Société des Sciences naturelles de Styrie** invite l'Académie à se faire représenter aux fêtes du cinquantième anniversaire de sa fondation, à Graz, le 10 novembre 1912.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Les Leçons de Séismométrie*, du Prince B. Galitzin (en langue russe).

2° P. Vinassa de Regny, A. Riccò, S. Arcidiacono, F. Stella Starrabba, L. Taffara, O. de Fiore : *L'eruzione Etnea del* 1910. (Présenté par M. A. Lacroix.)

3° Une première circulaire relative au *Congrès géologique international*, qui doit se tenir à Toronto en août 1913.

ASTRONOMIE. — *Sur la réfraction astronomique au voisinage de l'horizon.* Note de M. **Arnaud**, présentée par M. Bigourdan.

La courbure de la trajectoire lumineuse dans l'air est donnée par la formule

$$\frac{1}{R} = \frac{l-1}{8} \sin i \left(1 - \frac{\theta}{34}\right)(1 + \alpha t)^{-1},$$

formule dans laquelle on désigne par

l, l'indice de réfraction de l'air;

i, l'angle de la verticale avec la tangente au rayon lumineux;

θ, la fonction $\left(-\frac{dt}{dz}\right)$, z étant l'altitude en kilomètres;

R, le rayon de courbure en kilomètres;

α, le coefficient de dilatation de l'air, supposé égal à $\frac{1}{272}$;

t, la température en degrés centigrades.

Intégrer cette courbure le long de la trajectoire, tel est le problème du calcul de la réfraction astronomique. Rigoureusement, cette intégration est impossible.

Pour la rendre possible, on peut avoir recours aux hypothèses ou artifices ci-après :

1° Supposer θ constant le long de la courbe lumineuse;

2° Substituer à l'ellipse terrestre la parabole osculatrice;

3° Remplacer provisoirement la courbe lumineuse par un arc de cercle ayant pour courbure la courbure moyenne de la courbe lumineuse, et cet arc de cercle lui-même par la parabole osculatrice au point d'origine, c'est-à-dire au point d'observation (parabole homoréfractionnelle).

Dans ces conditions on arrive à obtenir une formule intégrable pour les valeurs de θ qui rendent entière la fraction $\frac{34}{\theta}$. Cette formule est la suivante :

$$\sigma = \gamma_0 \int_0^{x_4} \left(1 - \frac{x}{\eta} \cot V - \frac{x^2}{2nq}\right)^{m-1} dx,$$

formule dans laquelle on désigne par

σ, la valeur de la réfraction astronomique;

γ_0, la valeur, au poste d'observation, de $\frac{1}{R \sin i}$;

η, la hauteur de l'atmosphère résultant de l'hypothèse θ constant, étant admis que la température à la limite de l'atmosphère est de $-272°$;

V, l'angle avec la verticale de la tangente à l'origine;

q, le rayon de courbure initiale d'une parabole dont les ordonnées ont pour valeur la différence entre les ordonnées de la parabole osculatrice à l'ellipse terrestre et les ordonnées de la parabole homoréfractionnelle comptées à partir de la tangente à l'origine;

m, la fonction $\left(\frac{34}{\theta} - 1\right)$;

x_4, la projection horizontale de la trajectoire lumineuse.

La valeur de x_4 est donnée par la formule

$$x_4 = q \cot V \left(\sqrt{1 + 2\frac{\eta}{q} \operatorname{tang}^2 V} - 1 \right).$$

L'intégration rigoureuse de σ n'est pas possible, à cause de l'indétermination de q, qui a pour valeur

$$\frac{1}{r} - \frac{\sigma}{x_4}.$$

Mais, dans le cas particulier de la réfraction horizontale, c'est-à-dire de la courbe lumineuse tangente à l'horizon au point d'observation, cette difficulté disparaît, et, en tablant sur la valeur 1000292 pour l'indice de réfraction de l'air à la pression de 760^{mm} de mercure et à 0°, on arrive à la formule

$$\Sigma = \frac{4881'' \times b\,F(34 - \theta)}{\sqrt{\theta U}\sqrt{156,8\,U^2 - 6F(34 - \theta)}},$$

dans laquelle

$$b = \frac{p}{750},$$

$$U = \frac{272 + t}{280}.$$

F est une fonction qui, pour les valeurs entières de m $\left(\text{remplaçant } \frac{34}{\theta} - 1\right)$, est donnée par

$$F = \frac{1}{1} \times \frac{2}{3} \times \frac{4}{5} \times \frac{6}{7} \times \ldots \times \frac{2m - 2}{2m - 1},$$

et, pour les valeurs intermédiaires, peut être calculée par interpolation logarithmique.

Le nombre 156,8 représente $\frac{10^6}{r}$, en y faisant $r = 6377^{km}$.

Cette formule met en évidence l'influence des variations de θ sur la valeur de Σ.

Dans les couches basses de l'atmosphère (d'après la Notice A, page 19, de M. Bigourdan, parue dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1912), θ varie dans le courant de l'année entre 3,7 et 7,0. D'après notre formule, cette variation entraîne pour Σ une variation d'environ $\frac{1}{10}$.

Si l'on considère le cas où $p = 760$ et $t = 0^\circ$, la valeur de Σ qui résulte des Tables de Laplace (2106",0) s'accorde avec notre formule pour $\theta = 4$ (2106",4).

Enfin, notre formule montre que, s'il est à peu près exact de considérer Σ comme proportionnel à p, il n'en est pas de même pour le facteur $\frac{1}{1+\alpha t}$, et l'on voit qu'il serait beaucoup moins inexact de le considérer comme proportionnel à $\left(\frac{1}{1+\alpha t}\right)^{\frac{3}{2}}$.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Présence de la québrachite dans les feuilles de* Grevillea robusta *A. Cunn.* Note de M. **Em. Bourquelot** et Mlle **A. Fichtenholz.**

La québrachite a été découverte, dans l'écorce du québracho blanc (*Aspidosperma Quebracho* Schl.), par C. Tanret qui a établi que ce corps est le dérivé méthylique d'une inosite inconnue avant ses recherches, l'inosite gauche ([1]).

Nous l'avons retirée des feuilles fraîches de *Grevillea robusta* A. Cunn., avec un rendement de plus de 4g par kilogramme, alors que l'écorce de québracho n'en a fourni que 1g par kilogramme.

Pour l'obtenir nous sommes partis de l'extrait dont nous avions enlevé l'arbutine ([2]).

Rappelons d'abord la préparation de cet extrait : on a traité les feuilles fraîches par l'alcool bouillant, puis distillé les liqueurs alcooliques ; on a repris par l'eau, déféqué en partie au sous-acétate de plomb, filtré, précipité le plomb resté en solution par l'hydrogène sulfuré, filtré de nouveau et distillé à sec sous pression réduite. On a enfin épuisé le résidu par l'éther acétique qui a dissous l'arbutine dont on a achevé la préparation d'autre part.

L'extrait employé est donc un extrait alcoolique, débarrassé d'une grande partie des substances précipitables par le sous-acétate de plomb et des substances (arbutine, etc.) solubles dans l'éther acétique.

Cet extrait, qui provenait de 16kg de feuilles fraîches, a été traité à l'ébullition, à quatre reprises, par de l'alcool à 95°, en employant chaque fois 500cm³ de cet alcool. Les liqueurs alcooliques réunies ont été abandonnées à la température du laboratoire

([1]) *Comptes rendus*, t. 109, p. 908.

([2]) Em. Bourquelot et A. Fichtenholz, *sur la présence de l'arbutine dans les feuilles fraîches de* Grevillea robusta (Protéacées) (*Comptes rendus*, t. 154, 1912, p. 1106).

pendant 24 heures; après quoi, on les a décantées et versées dans un autre flacon. Les parois de celui-ci n'ont pas tardé à se couvrir de cristaux. Lorsque la cristallision a paru terminée, on a détaché ces cristaux avec une baguette de verre. On les a recueillis sur un entonnoir de Buchner, essorés à la trompe, lavés avec un peu d'alcool à 90°; puis on les a fait sécher à l'air. Ce produit coloré en brun clair pesait près de 70^g.

Pour le purifier, on l'a dissous dans la plus petite quantité possible d'alcool à 90° bouillant, additionné d'un peu de noir animal; on a filtré chaud et abandonné à la cristallisation. En répétant cette opération, on a obtenu un produit pur.

Ce produit, cristallisé dans l'alcool à 90°, se présente en beaux cristaux rhombiques, transparents, assez volumineux. Il est inodore et possède une saveur légèrement sucrée. Il fond au bloc Maquenne, en même temps que la québrachite de Tanret ([2]); il distille dans le vide entre 210° et 220°.

On a trouvé, comme pouvoir rotatoire, pour deux échantillons provenant de deux cristallisations différentes : 1° — 80°,63; 2° — 80°,25. Tanret indique — 80°.

Ce corps ne réduit pas la liqueur cupro-potassique; il n'est attaqué ni par l'invertine, ni par l'émulsine. L'analyse organique a donné pour 0^g,1678 de substance :

CO^2	0^g,2666
H^2O	0^g,1108

soit

	Pour 100.	Calculé pour $C^7H^{14}O^6$.
C	43,36	43,29
H	7,33	7,21

Pour compléter la démonstration, nous avons préparé l'inosite gauche en enlevant le groupe méthyle sous forme d'iodure de méthyle.

On a introduit 4^g du produit et 20$^{cm^3}$ d'acide iodhydrique bouillant à + 127° dans un petit ballon qu'on a plongé dans un bain de glycérine et mis en relation avec un petit réfrigérant ascendant. On a élevé peu à peu la température du bain jusqu'à 127°-130°, et, après un quart d'heure environ d'ébullition de la solution acide, on a changé le sens du réfrigérant, ce qui a permis de recueillir l'iodure de méthyle formé. On a d'ailleurs réglé le feu, de façon à ne produire qu'une très légère ébullition.

Après une heure environ, on a versé la solution dans une capsule et chauffé au bain-marie, jusqu'à réduction en un liquide sirupeux. On a

([2]) Nous remercions ici M. Tanret qui nous a très obligeamment donné un bel échantillon de sa québrachite avec laquelle nous avons pu identifier notre produit.

laissé refroidir, puis ajouté peu à peu, en agitant, de l'alcool à 95° (15$^{cm^3}$ environ). La cristallisation de l'inosite s'est faite aussitôt et, au bout de quelques minutes, on a pu décanter la liqueur mère et laver les cristaux avec de l'alcool à 90°, puis avec un mélange d'alcool et d'éther. Le produit étant encore un peu coloré, on l'a redissous dans 6$^{cm^3}$ à 8$^{cm^3}$ d'eau; on a ajouté ensuite peu à peu de l'alcool à 95° jusqu'à nouvelle cristallisation. Les cristaux ainsi obtenus étaient complètement blancs; on les a recueillis sur un filtre, puis lavés à l'alcool et à l'alcool-éther. En dernier lieu, on les a fait sécher dans l'étuve à + 33°. Rendement : 2^g,70.

Point de fusion au bloc Maquenne : + 247°; pouvoir rotatoire : − 64°,9. Tanret indique + 247° et − 65°.

Le produit obtenu est donc bien de la québrachite.

La présence de ce composé, qui est fortement lévogyre, dans les feuilles de *Grevillea*, à côté de l'arbutine, donne l'explication de la rotation gauche des liquides d'essais, que nous avions observée dans nos recherches précédentes, après hydrolyse de ce glucoside par l'émulsine.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur une nouvelle forme d'amidon soluble.* Note de M. A. **Fernbach**, présentée par M. L. Maquenne.

M. G. Malfitano et Mlle Moschkoff ont montré récemment (*Comptes rendus*, 12 février 1912) que de l'amidon déminéralisé, préparé par leur méthode de congélations successives, se dextrinise en devenant peu à peu soluble lorsqu'on le soumet à la dessiccation. Ce résultat nous a suggéré l'idée de transformer de l'amidon en sa forme soluble par l'action de déshydratants, parmi lesquels nous avons essayé tout d'abord l'alcool absolu et l'acétone pure. Nous nous bornons à mentionner dans la présente Note les résultats obtenus avec l'acétone, sur laquelle ont surtout porté nos expériences.

Si l'on verse, dans un grand excès d'acétone pure, de l'empois d'amidon à 1 ou 2 pour 100, préparé avec de la fécule de pommes de terre du commerce, c'est-à-dire n'ayant subi aucun traitement préalable pour sa déminéralisation, on obtient un précipité floconneux, qui se forme au fur et à mesure que l'empois tombe en mince filet dans l'acétone fortement agitée.

Le précipité, recueilli sur un entonnoir de Buchner, est broyé dans un mortier avec de l'acétone pure, essoré et séché dans le vide sec. On obtient ainsi une masse parfaitement blanche, pulvérulente et très légère, qui présente cette particularité très intéressante d'être soluble, non seulement dans l'eau chaude, mais aussi *dans l'eau*

froide. 1g de cet amidon soluble se dissout facilement à froid dans 100^{cm^3} d'eau, en ne laissant comme résidu insoluble qu'une fraction infime de la masse primitive.

L'amidon soluble, obtenu par la méthode que nous venons de décrire, présente, sur les amidons solubles préparés par les procédés indiqués jusqu'ici, l'avantage appréciable d'être totalement dépourvu de pouvoir réducteur. Il se saccharifie facilement par l'extrait de malt, exactement comme l'empois d'amidon qui a servi à le préparer. Sa solution, qui filtre facilement sur du papier, se colore par l'iode en bleu pur intense.

L'obtention d'un amidon presque intégralement soluble à froid exige qu'on emploie pour sa préparation un empois dilué. Si l'on dépasse pour cet empois la concentration de 2 pour 100, on obtient un produit qui n'est que partiellement soluble à froid; on peut séparer la portion soluble par filtration sur du papier, bien que cette filtration soit très lente, et ce qui reste sur le filtre a un aspect tout à fait comparable à celui de l'empois d'amidon.

Nous avons constaté que si l'on précipite par l'acétone ou par l'alcool une solution préparée à chaud d'amidon soluble obtenu par la méthode Fernbach-Wolff (*Comptes rendus*, 15 mai 1905), lequel est absolument insoluble à froid, on obtient, à la suite d'une agitation énergique, un précipité floconneux, qu'on arrive à séparer par centrifugation, et qui, après séchage dans le vide sec, se dissout intégralement dans l'eau froide, mais en donnant une solution moins limpide que l'amidon soluble obtenu par précipitation d'un empois dilué au moyen de l'acétone.

Les solutions de la nouvelle forme d'amidon, soluble à froid, présentent, comme l'empois qui a servi à le préparer, la propriété de subir le phénomène de la rétrogradation.

Les recherches brièvement exposées dans ce qui précède ont été exécutées avec l'aide de M. M. Schœn.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur quelques propriétés nouvelles des peroxydases et sur leur fonctionnement en l'absence de peroxyde*. Note de M. **J. Wolff**, présentée par M. L. Maquenne.

On a admis jusqu'ici que le peroxyde d'hydrogène ou d'autres peroxydes étaient indispensables au fonctionnement des peroxydases, mais il faut bien avouer que ce n'est qu'à titre exceptionnel qu'on rencontre des peroxydes

dans les végétaux alors que les peroxydases s'y trouvent contenues d'une façon à peu près générale. J'ai pensé dès lors que les peroxydes ne sont peut-être pas indispensables au fonctionnement des peroxydases et que ces dernières trouvent probablement à exercer leur action d'une manière différente.

Partant de cette idée, j'ai pu me convaincre bientôt que la peroxydase [1] peut agir sans le concours de H^2O^2 et qu'elle est capable, dans certains cas, d'accélérer d'une façon considérable les oxydations provoquées par de faibles doses d'alcalis ou de sels alcalins.

Pour le démontrer, j'ai choisi comme substratum d'oxydation l'orcine qui se prête d'une façon toute particulière à ce genre d'expériences. Ce phénol, on le sait, fixe l'oxygène de l'air en présence des alcalis, des carbonates alcalins, etc.; mais ce qui n'a pas été signalé à ma connaissance, c'est que, sous l'influence combinée de ces corps et de la peroxydase, l'orcine peut absorber une quantité d'oxygène atmosphérique beaucoup plus forte.

Pour mesurer les absorptions d'oxygène, je me sers, comme dans mes expériences précédentes, de cloches à gaz de même capacité et de même diamètre (110^{cm^3}). Elles sont graduées jusqu'à 100^{cm^3} et peuvent mesurer le quart d'un centimètre cube. Ces cloches, après avoir été préparées pour l'expérience, sont bouchées hermétiquement et disposées horizontalement. Les solutions qu'elles contiennent présentent ainsi une grande surface d'absorption [2]. Nous avons aussi employé, M. Ruot et moi, de grands matras en verre d'une capacité voisine de 900^{cm^3}.

Voici quelques résultats obtenus après 24 heures de contact à la température de 20° C. Les volumes ont été ramenés à 0° et 760^{mm}.

Orcine.	Volume total du liquide.	Extrait diastasique.	Na OH normal.	Gaz total.	Oxygène absorbé.
g	cm³	cm³	cm³	cm³	cm³
0,28	15	0,0	0,5	95	3,8
0,28	15	1	0,5	95	10,5
0,28	15	0,0	0,25	95	1,5
0,28	15	1	0,25	95	7,5
1,12	40	0,0	1	801,2	10,24
1,12	40	4	1	889,8	39,51

En se plaçant dans les meilleures conditions (au point de vue de l'action accélératrice de la peroxydase), on observe une absorption d'oxygène

---

(1) Je me suis servi, dans mes expériences, d'une peroxydase extraite de jeunes pousses d'orge.

(2) Pour plus de détails, consulter ma Thèse, Paris, avril 1910, p. 38.

environ cinq fois plus forte en présence de ce catalyseur qu'en son absence.

Nous voyons ainsi que la peroxydase est à même de jouer un rôle important comme catalyseur sans qu'il soit besoin de lui adjoindre un peroxyde. Dans d'autres expériences, dont je rendrai compte ailleurs, où, au lieu de NaOH, j'ai employé des doses équimoléculaires de CO^3Na^2 et de AzH^4OH, j'ai obtenu des résultats dans le même sens. Bien que le phosphate disodique oxyde difficilement l'orcine, on peut, en lui adjoignant une peroxydase énergique, quintupler son pouvoir oxydant. Ainsi, en faisant agir $56^{mg},8$ de phosphate cristallisé sur $0^g,7$ d'orcine dans 25^{cm^3} d'eau, je constate, après 48 heures, une absorption de $0^{cm^3},7$ d'oxygène. La même expérience, faite en présence de peroxydase, m'a donné une absorption de $3^{cm^3},5$ du même gaz.

Tous les polyphénols ne se prêtent pas comme l'orcine à ces expériences. Avec la résorcine, par exemple, les phénomènes d'oxydation qu'on observe sont beaucoup moins énergiques, bien qu'ils donnent lieu à des réactions colorées très intenses. En étudiant plus spécialement les effets de l'ammoniaque et de la peroxydase sur l'orcine, j'ai reconnu qu'en faisant varier les surfaces de contact avec l'air d'un liquide chargé de ces substances, on peut obtenir des résultats très différents, aussi bien au point de vue de la quantité d'oxygène absorbé qu'au point de vue de la qualité des produits formés.

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Recherches sur la toxicité des Champignons. Leur pouvoir hémolytique.* Note [1] de MM. **Jacques Parisot** et **Vernier.**

Plusieurs intoxications à la suite d'ingestion de Champignons s'étant produites dans notre région, nous avons été conduits par l'examen du sang à considérer l'ictère présenté par quelques-uns des malades comme relevant d'une *origine hémolytique*. Ces constatations nous ont engagés à poursuivre des recherches sur la toxicité des Champignons et tout particulièrement sur le pouvoir destructif du sang que possèdent leurs extraits. Dans cette Note nous ne donnerons que les conclusions générales des faits que nous avons observés à ce dernier point de vue.

Depuis les travaux de Kobert en 1891 et surtout ceux de W. Ford (1906-1911) on admet qu'il existe dans *Amanita phalloides* Fr. une substance

[1] Présentée dans la séance du 23 septembre 1912.

hémolytique; pour le premier de ces auteurs il s'agit d'une toxalbumine qu'il appelle *phalline* et pour Ford d'un glucoside qu'il dénomme *amanita-hémolysine* (qu'il a également retrouvé dans *Amanita rubescens* Pers). René Ferry, dans son étude sur les amanites (1911), a d'ailleurs donné un exposé très complet de la question en y joignant les résultats de ses recherches personnelles et de celles entreprises avec Schmitt sur la toxicité de ces Agaracinées.

Les nouvelles acquisitions sur l'hémolyse et les ictères hémolytiques nous ont permis d'envisager cette question en utilisant les procédés et la technique qu'on doit suivre aujourd'hui en pareille matière.

Des Champignons, fraîchement récoltés, sont broyés et mis en macération dans un nombre de centimètres cubes de NaCl à 9g pour 1000, égal à moitié de leur poids. Au bout d'une demi-heure, on recueille par expression toute la portion liquide et l'on ramène au taux de 9g NaCl pour 1000. C'est avec cet extrait qu'est faite la recherche du pouvoir hémolytique *in vitro* et *in vivo*. Nous ne pouvons donner ici le détail de la technique utilisée : elle est identique à celle qu'on suit pour la mise en évidence des hémolysines bactériennes, organiques, etc. Ainsi nous a-t-il été possible d'obtenir des résultats expérimentaux comparables entre eux et de mettre en parallèle les différentes espèces au point de vue de l'intensité de leur toxicité hémolytique. Nos recherches ont porté sur un nombre de Champignons, *comestibles* et *toxiques*, appartenant aux principales familles, en particulier aux *Agaricinées*, *Polyporées*, *Hydnacées*, *Clavariées*, *Pézizacées*.

Nous avons étudié, dans les mêmes conditions d'expérience, l'action des extraits modifiés par la chaleur, par certaines substances chimiques; l'influence d'agents anti-hémolytiques, etc.

On peut dire que, d'une façon générale, le pouvoir hémolytique des Champignons, lorsqu'il existe, est très intense *in vitro* et qu'il se manifeste d'une façon aussi marquée *in vivo*. Par exemple, l'injection intraveineuse, à un lapin adulte, de *moins de dix gouttes* d'un de nos extraits d'*Amanita phalloides* Fr., tue l'animal en *quelques secondes*. On constate par examen du sang, prélevé presque immédiatement après l'injection, que le sérum a une coloration rouge cerise (*hémoglobinémie*) et que les globules hémolysent dans des solutions salées même hypertoniques (10 et 11 pour 1000). Par voie sous-cutanée et avec de plus faibles doses, on peut obtenir une survie de quelques jours et la production d'un véritable *ictère hémolytique* (fragilité globulaire, anémie, urobilinurie; à l'autopsie infiltration pigmentaire de la rate, du foie, etc.).

Sans conteste l'*Amanita phalloides* Fr. possède le pouvoir hémolytique le plus considérable; mais la plupart des Champignons vénéneux ont égale-

ment une action hémolysante intense bien que moins marquée. Seul *Entoloma lividum* Fr. nous en a semblé dépourvu. Fait important, beaucoup de Champignons *comestibles* exercent également cette action destructive du sang, non seulement *Amanita rubescens* Pers, mais encore *Hydnum repandum* Lin., *Tricholomia nudum* Fr., *Laccaria laccata* Be. et Br., *Craterellus cornucopioides* Fr., etc. Dans certains cas, en plus de l'hémolyse, il y a très rapidement début de mutation de l'oxyhémoglobine en méthémoglobine, hémoglobine réduite par exemple.

Les diverses parties d'un Champignon hémolysant possèdent chacune ce pouvoir hémolytique, volve et pied, chapeau (ce dernier à un plus haut degré peut-être).

Des espèces *non hémolysantes* quand le Champignon est *jeune* et *frais* peuvent le devenir *par vieillissement*. Ces faits sont à rapprocher de ceux observés pour nos extraits liquides qui, abandonnés à eux-mêmes pendant 12 heures, hémolysaient alors qu'ils étaient auparavant sans action. Cette constatation semble devoir être rapportée à la présence d'hémolysines bactériennes secondaires; ainsi s'expliquent certaines intoxications par les Champignons n'ayant plus une fraîcheur absolue.

D'une façon générale le chauffage atténue ce pouvoir hémolytique. L'autoclave à 120° pendant 20 minutes l'abolit complètement dans certains cas, et dans d'autres nécessite deux ou trois opérations. L'ébullition pendant cinq minutes à feu nu semble presque toujours suffisante, les liquides n'hémolysant plus, mais les précipités formés dans leur sein conservant quelquefois un certain pouvoir hémolytique.

Ces phénomènes semblent devoir être attribués aux transformations chimiques plus ou moins complètes d'un *glucoside;* nos recherches engagent à conclure, en effet, que le *pouvoir hémolytique des Champignons est dû* (en grande partie tout au moins) *à l'action d'un glucoside.* Par exemple, nos extraits, après chauffage, réduisent la liqueur de Fehling, ce que, auparavant, ils ne faisaient pas, ou seulement après une ébullition beaucoup plus longue, nécessitée par le dédoublement du glucoside.

Certaines substances, en particulier la cholestérine, ont le pouvoir de diminuer l'action hémolytique des glucosides (Ransom, Hausmann, etc.). Or le lait, le jaune d'œuf (qui renferment de la cholestérine) ont *atténué* et *ralenti*, dans des proportions très notables, le pouvoir hémolytique d'extraits éminemment actifs d'*Amanita phalloides* Fr. Par contre, le charbon animal, même après un contact de plusieurs heures, laisse subsister l'action hémolysante.

Lorsqu'un extrait chauffé n'est plus hémolytique, il perd une grande partie de sa toxicité in vivo (10 fois moins toxique avec nos extraits d'*Amanita phalloides* Fr.) et *quelquefois toute sa toxicité*.

Mais lorsque le Champignon en totalité est traité suivant les *méthodes culinaires* il garde souvent un certain pouvoir hémolytique; ce fait est à rapprocher de la constatation faite par Radais et Sartory que le poison d'Oronge ciguë est encore retenu par la trame fongique après coction à 100° (*Comptes rendus*, 1911).

En mettant en évidence le pouvoir hémolysant de bon nombre de Champignons, même comestibles, nos recherches permettent de saisir la pathogénie des ictères hémolytiques qu'ils peuvent produire. Elles rendent compte des accidents survenant malgré la cuisson, que celle-ci soit insuffisante, que la toxicité hémolytique (variable chez une même sorte de Champignon) soit plus marquée. Elles prouvent la nécessité de faire subir aux Champignons une cuisson très prolongée et à assez haute température (utilité de l'adjonction d'huile), afin de déterminer l'hydrolyse complète du glucoside hémolytique.

GÉOLOGIE. — *Sur la tectonique de la nappe de Morcles et ses conséquences.* Note de M. **Maurice Lugeon**, présentée par M. Pierre Termier.

La coupe géologique de la Dent-de-Morcles (Hautes-Alpes calcaires vaudoises) a été rendue classique par les travaux de Renevier. Sur une masse de Flysch plane un vaste pli couché constitué par une zone épaisse de calcaires nummulitiques, supportant une série crétacique renversée. Le Flysch repose lui-même sur une série autochtone en discordance sur les fondements du massif constitués par les roches cristallines et le Carbonifère.

Tous ceux qui, après Renevier, ont parlé de la région élevée de la coupe de Morcles, et nous-même en particulier, se sont contentés de citer l'auteur de la *Monographie géologique des Hautes-Alpes vaudoises*, sans faire une tentative de contrôle, sans étudier à nouveau ces masses à la lumière de la Géologie tectonique moderne, tant la région paraissait n'avoir à livrer que des faits de détail sans grande importance.

Une étude rapide et localisée, faite ces derniers temps, nous apporte quelques faits nouveaux, dont l'un, d'une importance considérable, est si

singulier qu'il devait presque nécessairement échapper à l'esprit non préparé de nos devanciers.

Entre le Nummulitique et le Flysch, sur le sentier qui, des baraquements militaires de la Riondaz, conduit au sommet, nous avons relevé la coupe suivante, de haut en bas :

Nummulitique, constitué par des calcaires et des brèches.	
Mylonite, constituée par des gneiss et des aplites réduites en bouillie..	30^{m}
Brèche à cailloux cristallins..................................	2^{m} à 5^{m}
Schistes argileux avec banc de brèche..........................	2^{m} à 5^{m}
Calcaires noirs, probablement secondaires......................	1^{m} à 3^{m}
Flysch...	

Ces roches cristallines, écrasées et laminées, qui rappellent beaucoup celles du versant nord du mont Blanc, ont été suivies sur près de 3^{km}. Elles se prolongent probablement au Sud, dans la région des lacs de Fully, où j'a aperçu, il y a quelques années, des roches singulières dont la signification m'avait échappé.

Ainsi donc, la nappe de Morcles, la plus basse de la série des nappes helvétiques, s'est avancée vers le Nord sur une lame de mylonite qui semble former une unité tectonique indépendante.

Pour expliquer cette étrange lame, parfois réduite à zéro, deux solutions se présentent à l'esprit.

On pourrait l'interpréter comme une lame de nappe préalpine pincée dans un synclinal de nappe helvétique, au même titre que la fameuse écaille de Néocomien à Céphalopodes. Mais la présence très voisine de cette dernière écaille rend l'hypothèse peu vraisemblable. Mieux vaut donc, *selon toutes les apparences*, rattacher la lame à sa racine vers le Sud, ce qui revient à la souder au massif du mont Blanc.

La lame de mylonite de Morcles serait donc l'homologue des lames de gneiss que Bertrand et Ritter ont signalées dans le mont Joli, l'homologue des lames semblables que j'ai signalées dans l'extrémité occidentale du massif de l'Aar; mais, à Morcles, le traînage est beaucoup plus considérable. Entre le point le plus rapproché du massif du mont Blanc, dans la vallée du Rhône, et l'extrémité la plus lointaine de la lame de mylonite, il y a 10^{km}.

Sous l'influence des poussées alpines, l'enveloppe de schistes cristallins du massif du mont Blanc aurait été traînée vers l'avant-pays jusqu'au bord des

Préalpes. Le massif n'est donc pas aussi rigide qu'on le pensait. Il s'est écoulé ; son charriage est cependant relativement minime. *Il constitue une masse qui forme transition entre le massif, que l'on peut encore considérer comme rigide, des Aiguilles-Rouges-Belledonne, et les nappes pennines.*

Mais d'autres conséquences découlent de cette découverte. Si la lame de Morcles est bien née du mont Blanc, *il en résulte que le synclinal de Morcles n'est que l'embouchure du synclinal de Chamonix*, ainsi que le synclinal de la Dent-du-Midi et avec lui le synclinal du Reposoir. Cette hypothèse s'impose, semble-t-il, malgré la difficulté des raccords. Il devient nécessaire d'étudier à nouveau les relations du bord radical des Hautes-Alpes calcaires franco-suisses avec le vieux pays hercynien.

SISMOLOGIE. — *Observations sismologiques faites à l'île de Pâques.* Note de M. **de Montessus de Ballore**, présentée par M. Barrois.

Au commencement de 1911, le gouvernement chilien, sur la proposition des directeurs de l'Institut géophysique (M. Knoche) et du Service sismologique, voulut bien installer une station météorologique et une station sismologique pour une année à l'île de Pâques. Les résultats obtenus relativement à la sismicité de ce point isolé au milieu du Pacifique sud-oriental et situé à 2600^{km} des terres les plus rapprochées, l'archipel Gambier, méritent d'être signalés.

Une composante de pendule Borch-Omori de 100^{kg} fonctionna du 25 avril 1911 au 5 mai 1912 à Mataveri, petit port de l'extrémité sud-ouest de l'île, au pied du volcan Rana Kao, récemment éteint (géologiquement s'entend), à 300^{m} du rivage et sur une terrasse d'une altitude moyenne de 40^{m} dominant une falaise abrupte.

Il ne s'est produit aucun tremblement de terre sensible pendant la période indiquée de 376 jours. Le fait, pour être négatif, n'en est pas moins intéressant. L'île étant de formation exclusivement volcanique et s'élevant sur un large socle qui s'étale en pentes douces vers les grandes profondeurs éloignées de 1000^{km} et plus, se trouvent ainsi du même coup confirmées, une fois de plus, ainsi que la loi de relation entre le relief et la sismicité, l'indépendance des phénomènes sismiques et volcaniques.

Jusqu'à 3500^{km} de distance, côtes de l'Amérique du Sud, il s'est enregistré 65 diagrammes avec maximum de répartition entre 100^{km} et 200^{km},

tandis qu'elle s'est montrée nettement uniforme jusqu'à 1200^{km}. Or, la probabilité d'enregistrement diminue en proportion du carré de la distance. Cette uniformité indique donc une sismicité croissante, quoique faible, jusqu'à 1200^{km}, c'est-à-dire jusqu'aux environs des points de rencontre des pentes du socle de l'île avec les fonds généraux du bassin océanique; nouvelle confirmation de la loi du relief.

Retenant la parfaite stabilité sismique de l'île de Pâques, il ne s'en est pas moins enregistré aussi des mouvements microsismiques dans des conditions assez particulières pour être signalées. Pendant des périodes variables et irrégulières, durant jusqu'à 8 jours et plus, sans interruption, se sont tracées des trépidations extrêmement constantes de période (4″) et d'amplitude effective (10 à 12 microns). D'autres fois, mais seulement pendant quelques heures, ces trépidations, sans changer de caractère en rien, se superposaient à d'autres oscillations, régulières aussi, mais de période décuples et d'amplitude beaucoup plus grandes, 37 à 40 microns dans certains cas, 350 à 400 dans d'autres, sans pour cela altérer notablement le tracé des sismogrammes dont la lecture était seulement rendue plus difficile. Après bien des recherches, j'ai pu mettre ces tempêtes microsismiques en relation certaine avec l'état plus ou moins agité de la mer, précisément parce qu'elle pénètre dans les grottes qu'elle a elle-même creusées dans la falaise. La période de 4″ semble être celle du sol et celle de 40″ le résultat de la composition de la période des vagues avec la période pendulaire propre du sismographe non amorti, du moins telle est l'interprétation la plus plausible.

Les difficultés d'existence sont telles à l'île de Pâques, pour un observateur compétent, qu'il n'est pas certain qu'on puisse en trouver un nouveau capable de les affronter. En tout cas, le gouvernement chilien a bien mérité de la Science en permettant l'installation dont les résultats viennent d'être esquissés.

Ces observations démontrent l'intérêt puissant que présenterait l'installation, à Tahiti, d'une station sismologique française permanente.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les courants aériens en Afrique occidentale* Note de M. **Henry Hubert**, présentée par S. A. le Prince Roland Bonaparte.

Au cours de ma première mission en Afrique occidentale, j'ai été amené à considérer (1) que les seuls courants aériens au Dahomey étaient la *mousson*, soufflant de mars-avril à novembre, et l'*harmattan*, se manifestant de novembre à mars-avril. Ce dernier est caractérisé par : 1° sa direction Est à Nord-Est; 2° son extrême sécheresse; 3° sa grande régularité. J'ai cru aussi devoir identifier l'harmattan avec la branche de retour du circuit atlantique, tel que l'a figuré M. de Tastes dans sa Carte reproduite ultérieurement par mon maître M. A. Berget (2).

Cette interprétation s'est trouvée en désaccord avec celle de différents auteurs qui se sont occupés de la question. Cependant, au cours d'un travail récent, je n'ai pas cru devoir partager leur manière de voir et identifier, comme ils l'ont fait, l'harmattan et l'alizé. Les raisons qui m'avaient incliné à ne pas les suivre apparaissant alors comme encore trop fragiles, j'ai préféré laisser la question en suspens; de nouveaux arguments me permettent aujourd'hui de la reprendre.

Tout d'abord l'*alizé*, déterminé par l'échauffement des régions équatoriales, doit, à la hauteur du 15e parallèle, par exemple, souffler à proximité de la surface pendant au moins huit mois. Cela est rigoureusement vrai au-dessus de l'Atlantique, le long de la côte africaine. Mais cela n'est plus vrai pour l'intérieur du pays où, par suite de l'échauffement plus précoce et plus durable du continent, l'harmattan ne souffle à proximité du sol, comme l'alizé, que pendant 5 mois au plus par an; après quoi il continue à se manifester dans la haute atmosphère (3), alors que l'alizé reste encore comparable à lui-même. L'identification des deux courants est donc déjà malaisée, même en s'en tenant à ces faits.

D'autre part, de nouvelles observations, faites à Dakar, permettent d'établir que, même pendant l'hiver, au cours duquel ils ont le plus de points

(1) H. Hubert, *Mission scientifique au Dahomey*, p. 45 et suiv.
(2) A. Berget, *Physique du globe et Météorologie*, pl. IX.
(3) H. Hubert, *Comptes rendus*, t. 152, p. 1881.

communs, l'harmattan et l'alizé sont bien deux courants différents. Naturellement cette différence s'accentue pour les autres saisons. Les observations de Dakar, si elles sont correctes, ont donc une portée générale : elles intéressent un point de la circulation générale de l'atmosphère. Je rappellerai que Dakar est situé par 14°40'30" latitude nord et 19°45'35" longitude ouest Paris; c'est donc, à 10^{km} près, le point le plus occidental de l'Afrique. Cette situation lui assure un climat essentiellement maritime qui se trouve encore accentué par suite des caractères topographiques et hypsométriques de la presqu'île du Cap-Vert. Or l'alizé souffle nettement à Dakar, surtout d'octobre à juillet, et il n'y a aucun doute sur son identité parce que c'est le même vent qu'on observe à Saint-Louis, au Cap-Blanc (lat. 20°46') et plus au Nord encore. C'est bien le même vent régulier qu'on rencontre en mer, et qui se déplace vers le Sud, souvent avec la vitesse même des grands paquebots.

A Dakar l'alizé se manifeste comme un vent du Nord, régulier, humide et frais. Sa constance pendant 8 mois de l'année assure à la presqu'île du Cap-Vert un climat privilégié par rapport aux régions de même latitude de l'Afrique occidentale. Il continue certainement à souffler au sud de Dakar, mais non plus, semble-t-il, à l'est du méridien de cette localité, ce qui paraît rationnel; en effet, à Sedhiou (longitude 16°53'1"), il ne semble jamais se manifester.

Or, pendant quelques jours par an, vers février ou mars, souffle à Dakar un *vent d'Est* assez violent, excessivement sec et chaud. Celui-ci est bien l'harmattan, tel que je l'ai observé dans l'intérieur du continent; il en a la direction, il en possède les effets mécaniques (brouillard de poussière, phénomènes excessifs de dessiccation; en outre il est, lui aussi, un courant régulier et non un simple vent local. Il est du reste aisé de s'en convaincre, car déjà à Thiès, à une cinquantaine de kilomètres dans l'est de Dakar, il souffle d'une façon constante pendant l'hiver. Quand on va de Thiès à Dakar, on constate que l'harmattan, parfois très fort à Thiès, diminue rapidement et est remplacé progressivement par l'alizé. En somme l'harmattan n'est donc ressenti à Dakar que lorsqu'il est particulièrement violent, c'est-à-dire pendant quelques jours par an. Le fait que les deux vents, l'alizé et l'harmattan, soufflent simultanément en hiver avec des caractères essentiellement différents prouve que, précisément pour cette saison, il n'y a aucune raison de les identifier.

On peut se demander ce que devient l'harmattan dans la région de Dakar, où l'on ne le perçoit qu'exceptionnellement. J'ai indiqué que ce cou-

rant aérien occupait une tranche verticale de l'atmosphère très importante. Comme il ne peut disparaître entièrement et que, d'autre part, il est beaucoup plus chaud que l'alizé, il faut nécessairement qu'il passe au-dessus, mais il n'est pas possible de l'établir par l'observation directe en hiver, puisqu'en cette saison il ne véhicule pas de nuages.

Il est par contre aisé de la démontrer en choisissant une autre époque de l'année, juin par exemple, où l'harmattan est cantonné dans la haute atmosphère. On constate alors à Dakar qu'il véhicule (comme partout ailleurs en Afrique occidentale) des alto-cumulus vers l'*Ouest*, tandis que l'alizé, vent *du Nord*, souffle toujours à la surface du sol. La présence de ces deux courants superposés, en un même lieu, suffit je crois pour éliminer définitivement l'hypothèse de leur identification. On remarquera que l'harmattan se superpose à l'alizé dans la région de Dakar, comme il se superpose normalement à la mousson pendant tout le temps que dure celle-ci (¹).

J'ajoute enfin que l'harmattan, dont la direction serait NE à ENE à l'est du Niger, devient souvent EW dans la Boucle, pour accuser au Sénégal une tendance dans la direction ESE.

L'ensemble de ces faits me paraît nettement établir :

1° Que l'alizé et l'harmattan sont deux courants distincts et nettement différents;

2° Que, tandis que la mousson est un vent saisonnier, tandis que l'alizé est un vent océanique et en quelque sorte local, l'harmattan est, en Afrique occidentale, le long des 3000^{km} où des observations ont pu être faites, un courant constant de vaste amplitude dont tous les caractères sont précisément ceux de la branche de retour du circuit Atlantique, telle que la théorie avait amené MM. de Tastes et Berget à la considérer.

(¹) A partir de la fin de juin, l'alizé, qui semble ne jamais disparaître complètement à Dakar, est fréquemment remplacé par la mousson. On peut alors observer dans le même moment la superposition suivante : 1° un courant supérieur continental venant de l'Est (harmattan); 2° un courant moyen (assez bas), marin, venant du Sud ou de l'Ouest (mousson); 3° un courant inférieur, marin, venant du Nord (alizé). Le conflit harmattan-mousson détermine la production d'orages à Dakar, selon le mécanisme indiqué précédemment. Je me propose d'établir ultérieurement pourquoi au contraire le conflit harmattan-alizé ne détermine pas la production d'orages et pourquoi l'alizé n'amène pas de pluies.

MM. **Barth** et **Rilliet** adressent une Note intitulée : *Injections de sélénium colloïdal dans le cancer.*

La séance est levée à 4 heures.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 23 septembre 1912.

Institut de France. Académie des Sciences. *Procès-verbaux des séances de l'Académie, tenues depuis la fondation de l'Institut jusqu'au mois d'août* 1835, publiés conformément à une décision de l'Académie, par MM. les Secrétaires perpétuels. Tome II, ans VIII-XI (1800-1804). Hendaye (Basses-Pyrénées), Imprimerie de l'Observatoire d'Abbadia, 1912 ; 1 vol. in-4°.

Jac. Berzelius. Lettres, publiées au nom de l'Académie Royale de Suède, par H.-G. Söderbaum. I : *Correspondance entre Berzelius et C.-L. Berthollet* (1810-1822). Upsal, Alqvist et Wiksells, 1912 ; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Darboux.)

Caisse des Recherches scientifiques. *Rapports scientifiques sur les travaux entrepris en* 1911 *au moyen des subventions de la Caisse des Recherches scientifiques.* Melun, Imprimerie administrative, 1912 ; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Alfred Picard.)

Service hydrométrique du bassin de la Seine. *Observations sur les cours d'eau et la pluie centralisées pendant les années* 1910-1911, *sous la direction de MM.* Juncker *et* Salles, par MM. Nouailhac-Pioch et E. Maillet ; *Atlas* et *Résumé.* Paris, Service des Ponts et Chaussées ; 1 fasc. in-f° et 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Darboux.)

Démonstration complète du grand théorème de P. de Fermat, par Stanislas A.-F. de Bouffall. Varsovie, Imprimerie scientifique, 1912 ; 1 fasc. in-8°.

La vérité sur le traitement spécifique de la tuberculose en France, par R. Hyvert. Largentière, Mazel et Plancher, 1912 ; 1 fasc. in-8°.

Recueil des Notices et Mémoires de la Société archéologique du département de Constantine ; série V, Volume II, année 1911. Constantine, D. Braham ; Alger, Jourdan ; Paris, René Roger, 1912 ; 1 vol. in-8°.

Annuaire de la Société de l'Industrie minérale, 1912-1913. Saint-Étienne, au siège de la Société ; 1 vol. in-8°.

Formes de la nature ; série I. *Modèles microscopiques : Formes cristallines*, par H. Schenk ; fasc. 1. Stuttgart, Franckt ; Paris, E. Hessling ; 1 fasc. in-4°.

PUBLICATIONS DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

En vente à la Librairie GAUTHIER-VILLARS, 55, quai des Grands-Augustins, PARIS.

COMPTES RENDUS HEBDOMADAIRES DES SÉANCES

de l'Académie des Sciences

Publiés par MM. les *Secrétaires perpétuels*.

IN-4 (28-23), HEBDOMADAIRE.

Collection complète, de 1835 à 1910; 151 volumes.... 1890 fr.

Chaque année, sauf 1845, 1873 à 1892, 1896 à 1898, 1900 à 1902, 1904, 1905, *se vend séparément*....... 25 fr.

Chaque volume, sauf les **Tomes 20, 21, 76 à 108, 110, 112, 114, 115, 122, à 127, 130, 132, 134, 138, 141**, se vend séparément............ 15 fr.

Les **Comptes rendus** paraissent régulièrement chaque semaine depuis le 2e semestre de 1835, en un cahier de 32 à 40 pages, quelquefois de 80 à 120; ils forment, à la fin de l'année, *deux Volumes* in-4 (28-23), ensemble de 2400 à 3000 pages. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de noms d'auteurs, terminent chaque volume.

Prix pour un an (52 NUMÉROS):

Paris............ 30 fr.
Départements............ 40 fr.
Union postale............ 44 fr.

L'abonnement est annuel et part de janvier.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS

des Séances de l'Académie des Sciences.

Par ordre de matières et par ordre alphabétique de noms d'auteurs.

4 VOLUMES IN-4 (28-23), SAVOIR :

Tables des Tomes **1** *à* **31** (1835-1850). In-4 (28-23); 1853.. 25 fr.
Tables des Tomes **32** *à* **61** (1851-1865). In-4 (28-23); 1870.. 25 fr.
Tables des Tomes **62** *à* **91** (1866-1880). In-4 (28-23); 1888.. 25 fr.
Tables des Tomes **92** *à* **121** (1881-1895). In-4 (28-23); 1900............ 25 fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS

des Séances de l'Académie des Sciences.

Tomes I et II, 1856 *et* 1861, *séparément*............ 25 fr.

MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

IN-4; TOMES I A LI, 1816 A 1910.

Chaque volume, à l'exception des Tomes ci-après indiqués, se vend séparément............ 15 fr.

Le Tome XXXIII, avec Atlas, se vend séparément....... 25 fr.

Le Tome LI, avec Atlas, se vend............ 40 fr.

Les Tomes VI et XXI ne se vendent pas séparément.

Tables générales des travaux contenus dans les Mémoires de l'Académie.

Ire Série, Tomes I à XIV (an VI-1815), et IIe Série, Tomes I à XL (1816-1878); 1881............ 6 fr.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS PAR DIVERS SAVANTS

à l'Académie des Sciences (*Savants étrangers*).

2e SÉRIE. IN-4; TOMES I A XXXIV, 1827-1909.

Chaque volume se vend séparément............ 15 fr.

Tables générales des travaux contenus dans les Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie.

Ire Série, Tomes I et II (1806-1811), et IIe Série, Tomes I à XXV (1827-1877) 1881............ 2 fr. 50

NOTICES NÉCROLOGIQUES

Lues à l'Académie (1886-1890). In-8 (25-16); 1891.... **2 fr. 50**

Notice sur J.-C. BOUQUET, par *G.-H. Halphen*. — Notice sur L.-F.-C. BREGUET, par *de Jonquières*. — Notice sur L.-R. TULASNE, par *E. Bornet*. — Notice sur E. LAGUERRE, par *H. Poincaré*. — Notice sur G.-H. HALPHEN, par *E. Picard*. — Notice sur E. PHILLIPS, par *H. Léauté*.

PASSAGE DE VÉNUS

Recueil de Mémoires relatifs à l'observation du passage de Vénus sur le Soleil, en 1874.

Tome I. — Ire PARTIE : *Procès-verbaux des séances tenues par la Commission*. In-4 (28-23); 1877............ 12 fr. 50 c.

— IIe PARTIE : *Mémoires divers*. In-4 (28-23), avec 7 planches; 1876............ 12 fr. 50 c.

Tome II. — Ire PARTIE : *Mission de Pékin* (Fleuriais). — *Mission de Saint-Paul* (Mouchez). In-4 (28-23), avec 26 pl.; 1878. 25 fr.

— IIe PARTIE : *Mission de Saint-Paul* (Rochefort et Ch. Vélain). — *Mission du Japon* (Janssen, Tisserand, Delacroix et Picard). — *Mission de Saïgon* (Héraud). — *Mission de Nouméa* (André). In-4 (28-23), avec figures et 36 planches; 1880........ 25 fr.

Tome III. — Ire PARTIE : *Mission de l'île Campbell* (Bouquet de la Grye). In-4 (28-23), avec 6 planches; 1882.... 12 fr. 50 c.

— IIe PARTIE : *Mission de l'île Campbell* (H. Filhol). In-4 (28-23), avec atlas de 68 planches; 1885............ 25 fr.

— IIIe PARTIE : *Mesures des plaques photographiques*. In-4 (28-23), avec 2 planches; 1882............ 12 fr. 50 c.

Annexe : *Discussion des résultats obtenus avec les épreuves daguerriennes de la Commission française*, par *Obrecht*. In-4 (28-23); 1890............ 2 fr. 50 c.

MISSION DU CAP HORN

(1882-1883).

TOME I : **Histoire du Voyage**, par L.-F. MARTIAL. In-4 (28-23), avec 12 planches; 1888............ 25 fr.

TOME II : *Météorologie*, par J. LEPHAY. In-4 (28-23), avec 12 planches; 1885 (*Rare*).

TOME III : *Magnétisme terrestre*, par E.-O. LE CANNELLIER. — *Recherches sur la constitution chimique de l'atmosphère*, d'après les expériences du Dr *Hyades*, par MUNTZ et AUBIN. In-4 (28-23), avec 11 planches; 1886 (*Rare*).

TOME IV : **Géologie**, par le Dr P. HYADES. In-4 (28-23), avec 33 pl.; 1887............ 25 fr.

TOME V : **Botanique**. In-4 (28-23) de 400 pages; 1889.... 25 fr.

TOME VI : **Zoologie**. Ce Tome est publié en 12 fascicules.

Ire Partie : In-4 (28-23) de 486 pages, avec 23 pl.; 1891.. 45 fr.

Mammifères (*A. Milne-Edwards*); 10 fr. — *Oiseaux* (*E. Oustalet*); 25 fr. — *Poissons* (*L. Vaillant*); 4 fr. — *Anatomie comparée* (*H. Gervais*); 6 fr.

IIe Partie : In-4 (28-23) de 430 pages, avec 29 pl.; 1891 (*Rare*).

Insectes (*L. Fairmaire, Signoret, J. Mabille, P. Mabille, J.-M.-F. Bigot*); 20 fr. — *Arachnides* (*E. Simon*) (épuisé). — *Crustacés* (*Milne-Edwards*); 11 fr. — *Mollusques* (*de Rochebrune* et *J. Mabille*); 10 fr.

IIIe Partie : In-4 (28-23) de 376 pages, avec 36 pl.; 1891.. 35 fr.

Priapulides (*J. de Guerne*); 2 fr. — *Bryozoaires* (*J. Jullien*); 8 fr. — *Echinodermes* (*E. Perrier*); 20 fr. — *Protozoaires* (*A. Certes*); 5 fr.

TOME VII : **Anthropologie. Ethnographie**; par le Dr P. HYADES et J. DENIKER. In-4 (28-23), avec 34 pl. et 1 carte en couleur; 1891. 25 fr.

La collection des sept Tomes en neuf volumes......... 275 fr.

N° 14.

TABLE DES ARTICLES (Séance du 30 Septembre 1912).

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CORRESPONDANCE.

50192 PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS, Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : GAUTHIER-VILLARS.

1912

DEUXIÈME SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME 155.

N° 15 (7 Octobre 1912).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1912

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Toute Note manuscrite d'un Membre de l'Académie ou d'une personne étrangère ne pourra paraître dans le *Compte rendu* de la semaine que si elle a été remise le jour même de la séance.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Les *Comptes rendus* ne reproduisent pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin ; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* ne contiennent ni planches, ni figures.

Dans le cas exceptionnel où des figures seraient autorisées, l'espace occupé par ces figures comptera pour l'étendue réglementaire.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 7 OCTOBRE 1912.

PRÉSIDENCE DE M. LIPPMANN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

SPECTROSCOPIE. — *Sur un dispositif d'arc au fer fonctionnant avec le courant alternatif*. Note de M. **Maurice Hamy**.

Le fer émet un nombre considérable de radiations qui se retrouvent à l'état de raies d'absorption dans la plupart des spectres des astres. Cette circonstance a conduit depuis longtemps les astronomes à faire usage de l'étincelle condensée, éclatant entre des électrodes de fer, pour obtenir des spectres de comparaison propres à la détermination des vitesses radiales des étoiles. Cette source rayonnante, si commode à beaucoup d'égards, vu la simplicité du dispositif instrumental qui permet de l'obtenir, présente cependant l'inconvénient de changer très notablement d'intensité dès que les conditions expérimentales varient tant soit peu. La distance, la forme, l'état d'oxydation, l'inclinaison relative des électrodes, le trembleur de la bobine d'induction employée viennent-ils à éprouver de légères modifications, l'éclat de l'étincelle change alors considérablement. En fait, il est à peu près impossible, par ce moyen, d'obtenir à coup sûr, à deux époques différentes, deux spectrogrammes impressionnés exactement de la même manière, même en prenant les plus sérieuses précautions pour y parvenir.

Préoccupé depuis longtemps de posséder une source de comparaison se comportant toujours de la même manière et émettant de nombreuses raies, source dont l'utilité se fait tout spécialement sentir dans l'application de la méthode de Hartmann relative à la mesure des vitesses radiales, j'ai été amené à m'adresser aux radiations d'arc du fer fournies par un dispositif

qui utilise le courant alternatif du Secteur parisien de la Rive gauche. L'appareil que j'ai réalisé, après de nombreux essais, est sommairement décrit dans les lignes suivantes. Conçu spécialement en vue des applications à la spectroscopie stellaire, qui réclament de fréquentes et courtes interventions de la source de comparaison, il se met immédiatement en marche ou s'arrête à distance, en actionnant simplement un commutateur. Il fournit, d'autre part, une large flamme brillante qui impressionne les plaques photographiques beaucoup plus vite que l'étincelle condensée.

A l'extrémité de l'arbre horizontal d'un moteur électrique, est calée une tige de fer T, de 6^{mm} de diamètre et de 100^{mm} de longueur, par l'intermédiaire d'un mandrin isolant. Cette tige, installée en croix avec l'arbre du moteur, est centrée sur son axe. Lorsque le moteur tourne, la tige T devient périodiquement verticale. Elle rencontre alors l'extrémité d'une seconde tige de fer T' sensiblement horizontale et, en passant, la fait basculer légèrement, comme un cliquet, autour d'un axe A. La distance de l'axe A à l'extrémité de T', où se fait la rencontre des deux tiges, atteint 100^{mm} dans mes expériences. Un contrepoids convenablement placé force d'ailleurs la tige T' à exercer une pression constante contre la tige T à chaque contact. Enfin, une vis de butée permet de régler la grandeur de l'abaissement que l'extrémité de la tige T' subit, pour laisser passer la tige T. L'expérience montre que la pression de T' contre T doit être assez faible et que l'abaissement dont il vient d'être question ne doit pas dépasser $0^{mm},1$, pour que le fonctionnement de l'appareil ne laisse rien à désirer. Il faut, en un mot, que la touche des deux tiges se réduise à un simple frôlement.

Lorsque ces tiges sont reliées aux bornes du secteur, par l'intermédiaire d'un conducteur comprenant une résistance convenable, il se produit, à chaque rupture de leur contact, des étincelles qui constituent la source lumineuse de comparaison. Le choix du moteur est, du reste, loin d'être indifférent.

L'emploi d'un moteur synchrone a été rejeté, *a priori*, à cause de l'opération de l'accrochage qui serait admissible en cas d'utilisation continue de l'appareil, mais non pour une utilisation intermittente. Je me suis servi d'un moteur monophasé du type dit à induction, à cage d'écureuil, de $\frac{1}{10}$ HP, à démarrage automatique centrifuge. Le rotor de ce moteur n'est pas accroché au champ inducteur, pendant la marche, comme dans le moteur synchrone. Néanmoins, sa vitesse de rotation est très constante quand on ne lui demande pas de travail, ce qui est le cas actuel. Le temps que le rotor met alors, pour accomplir un tour entier, est un peu inférieur

à la période du courant alternatif animant le moteur. Aussi la phase du courant n'est-elle pas toujours la même chaque fois que les tiges T et T′ arrivent au contact. Les manifestations lumineuses accompagnant ce contact doivent donc varier avec le temps : c'est en effet ce que l'expérience vérifie. Quand l'appareil fonctionne, des flammes prennent naissance entre les extrémités des tiges T, T′, se développent, passent par un maximum, diminuent, puis s'éteignent périodiquement. Quarante flammes environ apparaissent ainsi par minute et s'évanouissent. Les unes correspondent au passage du courant allant de la tige T′ à la tige T, les autres à son passage en sens contraire.

La meilleur utilisation de ce dispositif à la spectroscopie correspond à l'observation des prescriptions suivantes. Il convient : 1° de diriger la tige T′ sensiblement dans le prolongement de l'axe optique du collimateur du spectroscope dont on fait usage ; 2° de projeter, sur la fente, l'extrémité lumineuse de cette tige ; 3° de disposer un verre dépoli entre la lentille de projection et la tige T′, à quelques centimètres de cette extrémité. Pendant le fonctionnement de l'appareil, des petits globules d'oxyde de fer incandescent sont projetés contre le verre dépoli, s'y incrustent et le détériorent assez rapidement. On peut éviter cet inconvénient en protégeant le verre dépoli par une lame de quartz, substance qui résiste au bombardement des particules enflammées.

L'expérience montre que la source de radiations, constituée comme il vient d'être dit, présente une constance remarquable, à voltage fixe. On obtient des spectrogrammes d'intensité pratiquement invariable quand on évalue le temps de pose d'après le nombre de flammes émises par l'appareil pendant la durée de l'impression photographique. Quand le voltage change, le temps de pose change aussi. M. Millochau, qui m'a aidé dans mes premiers essais, avec son habileté coutumière, et qui a expérimenté l'appareil, a constaté que si un certain nombre de flammes sont nécessaires, pour bien impressionner la plaque photographique, avec un voltage de 110 volts, il convient, pour obtenir la même impression, avec un voltage voisin V, d'augmenter la pose d'un nombre de flammes proportionnel à la différence $110 - V$.

L'usure des tiges de fer T, T′, dans le voisinage de leur point de contact, est lente quand la résistance intercalée dans le circuit est réglée de façon que l'intensité du courant ne dépasse pas 15 ampères, en supposant ces tiges placées en contact permanent.

Comme je l'ai déjà dit ci-dessus, je me suis préoccupé, en étudiant le

dispositif qui vient d'être décrit, de me procurer une source constante, émettant de nombreuses raies, en vue de la détermination des vitesses radiales par la méthode de Hartmann. Le point caractéristique de cette méthode est de rapporter, avec un comparateur spécial, les positions des raies d'un spectre A à celles d'un autre spectre B, supposés tous deux encadrés des mêmes lignes de comparaison. D'après la façon de procéder, ces lignes servent seulement d'intermédiaires et les résultats obtenus sont complètement indépendants de leurs longueurs d'ondes. Il n'y a donc pas lieu, au point de vue des applications susdites, de se demander si les radiations émises par l'appareil sont identiques aux radiations émises par l'arc au fer à courant continu tel que l'ont employé MM. Fabry et Buisson, dans leurs déterminations de longueurs d'ondes. Au sujet de cette identité, peut-être est-il prudent de formuler des réserves pour certaines raies. On sait, en effet, que le physicien américain Crew a constaté que les spectres sélectionnés, en utilisant séparément diverses phases du courant alternatif, présentent quelques différences. Quoi qu'il en soit, ces mêmes expériences indiquent qu'il y a lieu d'éviter de substituer au moteur à cage d'écureuil, utilisé dans les présentes recherches, un moteur du type dit *à répulsion* dont la vitesse de rotation est tout à fait irrégulière. Les spectres obtenus en faisant poser un nombre entier de flammes, fournies par notre appareil, sont une résultante bien définie des spectres qui correspondent aux diverses phases du courant alternatif, tandis que les spectres relatifs à certaines phases pourraient se trouver favorisés aux dépens des autres, dans des proportions inégales d'une expérience à la suivante, en employant un moteur à répulsion, surtout si le temps que le rotor met, pour accomplir un tour entier, approche à certains moments très près de la période du courant alternatif. La variabilité de la vitesse de rotation s'opposerait, du reste, à la réalisation d'une source agissant, au point de vue du temps de pose, toujours de la même manière.

L'appareil décrit dans la présente Communication devient applicable au courant continu, en substituant une petite dynamo au moteur alternatif. Mettant à part la question de constance du temps de pose qui dépend des soins apportés à maintenir invariables le voltage et la vitesse de rotation du moteur, l'appareil ainsi organisé est éminemment propre à produire très facilement l'arc au fer avec éclat. Il convient de rappeler à ce sujet que c'est en employant des étincelles de rupture d'arc dans le vide, jaillissant entre des électrodes mises en contact et séparées alternativement par un trembleur de sonnette électrique, que MM. Perot et Fabry ont obtenu

pour la première fois les longueurs d'ondes précises de quelques raies du fer rapportées à celle de la raie rouge du cadmium.

M. **Guignard** fait hommage à l'Académie de la Notice qu'il a consacrée à *Édouard Bornet*.

NOMINATIONS.

L'**École vétérinaire de Lyon** invite l'Académie à se faire représenter aux fêtes commémoratives du cent-cinquantième anniversaire de sa fondation, à Lyon, les 26 et 27 octobre.

M. **A. Chauveau** est désigné pour représenter l'Académie.

M. **Armand Gautier** est désigné pour représenter l'Académie au *Congrès d'Électroculture* qui se tiendra les 24, 25, 26 octobre, à Reims.

CORRESPONDANCE.

M. **Georges Lemoine**, qui avait demandé à être choisi pour représenter l'Académie au Conseil de Perfectionnement de l'École Polytechnique, retire sa candidature devant celle de M. *C. Jordan*.

L'Académie décide que l'élection aura lieu dans la prochaine séance.

L'**Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg** adresse l'expression de ses sentiments de profonde condoléance à l'occasion de la mort de *Henri Poincaré*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Histoire de la Société nationale d'Agriculture de France, par Louis Passy. (Présenté par M. Tisserand.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les caractéristiques simples des équations aux dérivées partielles en deux variables.* Note de M. **Gustave Sannia.**

Étant donnée une équation aux dérivées partielles d'ordre n

$$F(x, y, z; p_{10}, p_{01}, \dots, p_{n0}, \dots, p_{0n}) = 0,$$

où

$$(1) \qquad p_{ik} = \frac{\partial^{i+k} z}{\partial x^i \partial z^k} \qquad (i+k = 1, 2, 3, \dots),$$

supposons que le système de fonctions

$$(2) \qquad y, z, p_{ik} \quad (i+k = 1, 2, \dots, n)$$

de la variable x soit une *caractéristique simple* C_n *d'ordre* n de l'équation. C_n est contenue dans une infinité de caractéristiques C_{n+1}, C_{n+2}, ..., d'ordre $n+1$, $n+2$, ..., qui se forment en ajoutant aux fonctions (2) de nouvelles fonctions de x convenablement choisies :

$$(3) \qquad \begin{cases} p_{n+1,0}, & p_{n,1}, & \dots, & p_{0,n+1}; \\ p_{n+2,0}, & p_{n+1,1}, & \dots, & p_{0,n+2}; \\ \dots\dots, & \dots\dots, & \dots, & \dots\dots \end{cases}$$

En particulier, ces fonctions doivent satisfaire aux relations

$$dz = p_{10}\,dx + p_{01}\,dy, \qquad dp_{ik} = p_{i+1,k}\,dx + p_{i,k+1}\,dy$$

qui donnent

$$(4) \qquad p_{i,n-i+h} = \sum_{r=1}^{r=i} (-1)^{r-i} \left(\frac{dy}{dx}\right)^{r-i} \frac{dp_{i-r,n-i+r+h-1}}{dx} + (-1)^i \left(\frac{dy}{dx}\right)^i p_{0,n+h}$$

et par conséquent déterminent toutes les fonctions du Tableau (3), lorsque

$$(5) \qquad p_{0,n+1}, \quad p_{0,n+2}, \quad p_{0,n+3}, \quad \dots$$

sont connues.

Jusqu'ici, dans la formation des équations qui déterminent les fonctions (5), on n'a jamais achevé les calculs, mais on s'est toujours arrêté à la constatation qu'elles sont des équations différentielles ordinaires du premier ordre. Les propriétés des C_n qui se déduisent de ce fait sont bien connues [1]. Mais il y en a d'autres très remarquables.

---

[1] Cf. Goursat, *Leçons sur l'intégration des équations aux dérivées partielles du second ordre*, Chap. X, Paris, 1898.

En effet, poussant plus loin les calculs, j'ai vu que *l'équation qui détermine* $p_{0,n+1}$ *a la forme de Riccati*

$$\frac{dp_{0,n+1}}{dx} = a_1 p_{0,n+1}^2 + b_1 p_{0,n+1} + c_1$$

et que les autres sont linéaires par rapport à la fonction inconnue

$$\frac{dp_{0,n+r}}{dx} = b_r p_{0,n+r} + c_k \qquad (r = 1, 2, 3, \ldots).$$

Les propriétés bien connues de ces équations nous donnent des propriétés nouvelles des C_n :

1° *Si l'on connaît une* C_{n+1} *qui contient une* C_n *donnée, on peut calculer toutes les autres par des quadratures ; si l'on en connaît deux, on peut calculer toutes les autres sans aucune intégration.*

2° *Si* $C_{n+1}, C'_{n+1}, C''_{n+1}, C'''_{n+1}$ *sont quatre caractéristiques qui contiennent une* C_n *donnée, tous les rapports anharmoniques*

$$(p_{i,n-i+1}, p'_{i,n-i+1}, p''_{i,n-i+1}, p'''_{i,n-i+1}) \qquad (i = 0, 1, 2, \ldots, n+1)$$

ont une même valeur constante tout le long de C_n (1).

3° *Les caractéristiques* $C_{n+1}, C_{n+2}, \ldots$ *qui contiennent une* C_n *donnée, se déterminent par des quadratures.*

Supposons, en particulier, que l'équation (1) soit du premier ordre

$$(1') \qquad F(x, y, z, p, q) = 0,$$

où

$$p = \frac{\partial z}{\partial x}, \qquad q = \frac{\partial z}{\partial y}, \qquad r = \frac{\partial^2 z}{\partial x^2}, \qquad s = \frac{\partial^2 z}{\partial x\, \partial y}, \qquad t = \frac{\partial^2 z}{\partial y^2},$$

et soit

$$y = y(x), \qquad z = z(x), \qquad p = p(x), \qquad q = q(x)$$

---

(1) En effet, la formule (4) nous apprend que les $p_{i,\,n-i+1}$ sont des fonctions linéaires de $p_{0,\,n+1}$

$$p_{i,n-i+1} = \alpha_i + \beta_i p_{0,n+1} \qquad (i = 0, 1, \ldots, n+1);$$

par conséquent le rapport anharmonique de quatre fonctions $p_{0,n+1}$, $p'_{0,n+1}$, $p''_{0,n+1}$, $p'''_{0,n+1}$ est égal au rapport anharmonique des fonctions correspondantes $p_{i,\,n-i+1}$, $p'_{i,\,n-i+1}$, $p''_{i,\,n-i+1}$, $p'''_{i,\,n-i+1}$. Ce rapport est une fonction de x qui se réduit à une constante, car les $p_{0,\,n+1}, \ldots, p'''_{0,\,n+1}$ sont quatre solutions d'une même équation de Riccati.

une caractéristique du premier ordre C_1 qui définit une courbe γ et une développable circonscrite Σ.

Si S, S', S'', S''' *sont quatre surfaces intégrales tangentes à* Σ *le long de* γ, *on a*

$$(r, r', r'', r''') = (s, s', s'', s''') = (t, t', t'', t''') = \text{const.}$$

Cette constante a une interprétation géométrique simple. Considérons en effet l'expression de la courbure N d'une section normale de la surface S :

$$N = \frac{r\,dx^2 + 2s\,dx\,dy + t\,dy^2}{(dx^2 + dy^2 + dz^2)\sqrt{1 + p^2 + q^2}}.$$

En particulier,

$$N_x = \frac{t\,dy^2}{(dy^2 + dz^2)\sqrt{1 + p^2 + q^2}}$$

est l'expression de la courbure des sections normales de S faites avec des plans perpendiculaires à l'axe des coordonnées x. On en déduit que

$$(N_x, N'_x, N''_x, N'''_x) = (t, t', t'', t''') = \text{const.}$$

le long de γ. D'autre part, une transformation des axes coordonnés ne change pas les caractéristiques et les surfaces intégrales de l'équation (1').

Donc, *le rapport anharmonique des courbures des sections normales des surfaces* S, S', S'', S''' *faites avec des plans parallèles à un plan fixe est une constante tout le long de* γ.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie des équations partielles.* Note de M. **N. Saltykow**, présentée par M. Appell.

Il s'agit dans cette Note de compléter les résultats présentés à l'Académie en 1909-1911, que j'ai ensuite exposés en détail dans les publications de l'Académie de Pétersbourg.

Considérons le système normal de q équations partielles

$$(1) \qquad f_i(x_1, x_2, \ldots, x_n; p_1, p_2, \ldots, p_n) = 0 \qquad (i = 1, 2, \ldots, q),$$

résolubles par rapport aux variables $p_1, p_2, \ldots, p_q$, le système linéaire correspondant

$$(2) \qquad (f_i, f) = 0 \qquad (i = 1, 2, \ldots, q)$$

admettant $n+\rho$ ($\rho < n-q$) intégrales distinctes

$$(3) \qquad f_1,\ f_2,\ \ldots,\ f_q,\ f_{q+1},\ \ldots,\ f_{n+\rho}.$$

S. Lie a intégré les systèmes (1) et (2) moyennant une quadrature, quand les intégrales (3) satisfaisaient à une certaine condition (*Math. Ann.*, t. XI, p. 469). J'avais remplacé cette dernière par la suivante

$$(4) \qquad dz = \sum_{s=1}^{n} p_s\, dx_s,$$

en supposant que l'égalité (4) *devenait une différentielle exacte moyennant les équations* (1) *et les* $n-q+\rho$ *équations obtenues en égalant les* $n-q+\rho$ *dernières intégrales* (3) *à des constantes arbitraires* $a_1, a_2, \ldots, a_{n-q+\rho}$. Il se pose donc la question de savoir si cette dernière hypothèse ne diminue pas la généralité de la résolution de S. Lie?

Or on démontre aisément pour les équations (1), ainsi que quand ces dernières dépendent explicitement de la fonction inconnue z (voir E. v. Weber, *Vorlesungen über das Pfaff'sche Problem u. d. Theorie der partiellen Differentialgleichungen*, p. 546), que les intégrales qu'on obtient pour le système linéaire correspondant sont les mêmes dans les deux hypothèses, celle de S. Lie et la mienne. Il en résulte que la généralité du théorème de S. Lie ne diminue point, ce dernier gagnant plus de simplicité, si l'on y substitue, aux conditions compliquées de S. Lie, l'égalité usuelle (4) de la théorie des équations partielles.

Encore suffit-il de notre hypothèse, à elle seule, pour calculer l'intégrale complète du système (1), sans profiter du système complet des intégrales des équations (2) et en s'affranchissant des considérations du groupe fonctionnel des intégrales et de ses fonctions distinguées. Supposons, en effet, que les équations, moyennant lesquelles l'égalité (4) devient une différentielle exacte, nous donnent

$$(5) \qquad z = \varphi(x_1, x_2, \ldots, x_{n-\rho}; a_1, a_2, \ldots, a_{n-q+\rho}) + a,$$

$$(6) \qquad x_{n-\rho+i} = \varphi_i(x_1, x_2, \ldots, x_{n-\rho}; a_1, a_2, \ldots, a_{n-q+\rho}) \qquad (i = 1, 2, \ldots, \rho),$$

$$(7) \qquad p_s = \psi_s(x_1, x_2, \ldots, x_{n-\rho}; a_1, a_2, \ldots, a_{n-q+\rho}) \qquad (s = 1, 2, \ldots, n),$$

a désignant une nouvelle constante arbitraire. En vertu de notre hypothèse, il existe les identités

$$\frac{\partial\varphi}{\partial x_r} \equiv \psi_r + \sum_{i=1}^{\rho} \psi_{n-\rho+i} \frac{\partial\varphi_i}{\partial x_r} \qquad (r = 1, 2, \ldots, n-\rho),$$

démontrant le théorème suivant :

Les conditions nécessaires et suffisantes pour que le résultat d'élimination de ρ *constantes* $a_{n-q+1}, a_{n-q+2}, \ldots, a_{n-q+\rho}$ *du système* (5), (6) *fournisse l'intégrale complète des équations* (1), *sont données par les formules*

$$
(8) \quad \left\{
\begin{array}{l}
D\left(\dfrac{\varphi_1\varphi_2\ldots\varphi_\rho}{a_{n-q+1}a_{n-q+2}\ldots a_{n-q+\rho}}\right) \gtrless 0, \\
L_{a_{n-q+i}} \equiv 0, \qquad L_a \gtrless 0, \qquad L_{a_k} \gtrless 0, \\
(i = 1, 2, \ldots, \rho;\ k = 1, 2, \ldots, n-q),
\end{array}
\right.
$$

où l'on a posé

$$
L_{a_s} \equiv \frac{\partial\varphi}{\partial a_s} - \sum_{i=1}^{\rho} \psi_{n-\rho+i} \frac{\partial\varphi_i}{\partial a_s}.
$$

Ces dernières conditions (8) *étant satisfaites, les* n *premières intégrales* (3) *sont en involution.*

Quelles que soient les intégrales (3), *il est toujours possible de satisfaire aux conditions* (8) *par l'introduction dans les formules* (5), (7) *de nouvelles constantes arbitraires désignant les valeurs initiales des variables.*

Sans calculer les parenthèses de Poisson, les considérations développées permettent de reconnaître si les intégrales (3) contiennent un système de n intégrales en involution. En cas contraire, le calcul à effectuer, pour obtenir l'intégrale complète du système (1), ne présente pas plus de difficultés que celui de la théorie des caractéristiques, tout en simplifiant l'application de cette dernière dans tous les cas satisfaisant aux conditions du théorème énoncé. En effet, s'il s'agit d'intégrer un système normal quelconque, notre théorème dispense de pousser le calcul des intégrales du système linéaire correspondant jusqu'à la recherche de leur système complet, toutes les fois que les intégrales obtenues satisfont à notre hypothèse relative à l'égalité (4). Il est donc superflu, dans ce cas, de calculer les autres intégrales par l'intégration, car le système complet des intégrales du système linéaire s'obtient alors, soit sous forme canonique, à l'aide du théorème de Jacobi généralisé (voir *Comptes rendus*, 23 et 30 janvier et 24 juillet 1899), après avoir calculé l'intégrale complète, soit moyennant les fonctions L_{a_s} qui sont analogues, aux fonctions U de la théorie des caractéristiques (voir *Journal de M. Jordan*, 1899, p. 441 ; *Comptes rendus*, 13 juin 1910 et 13 février 1911).

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Remarques énergétiques sur le mouvement d'un solide dans un liquide visqueux.* Note de M. U. CISOTTI, présentée par M. P. Appell.

Un solide, doué d'une translation lente et uniforme, est plongé dans un liquide visqueux, remplissant tout l'espace. Le mouvement du solide induit dans la masse liquide un mouvement également lent, et ayant un caractère permanent par rapport au corps. Il est classique que ce mouvement est déterminé lorsqu'il y a *adhérence complète*, c'est-à-dire lorsque la vitesse du fluide est égale (sur la surface du corps) à celle de la paroi. C'est le cas des liquides qui mouillent.

Mais il n'en est pas ainsi si la paroi est étanche. Alors il n'y a d'absolument certain que *la condition d'impénétrabilité*, suivant laquelle la vitesse relative du liquide et de la paroi ne peut être que tangentielle, la vitesse normale étant nulle. Cette condition à la paroi laisse subsister, au point de vue analytique, une *certaine indétermination* dans le mouvement du liquide. Néanmoins il n'y a pas d'indétermination au point de vue physique. Il doit exister quelque relation supplémentaire, qui ne laisse plus rien d'arbitraire.

On a tâché d'y parvenir en analysant un peu plus de près le glissement entre solide et liquide ([1]).

Je vais montrer (en me mettant dans le cas le plus simple d'un solide sphérique) qu'on peut épuiser la question d'une manière satisfaisante, en se laissant guider par des critères énergétiques.

1. Soient μ le coefficient de viscosité du liquide (dont la densité est $= 1$); R le rayon de la sphère, W sa vitesse (constante). Les axes coordonnés sont fixés à la sphère : l'origine étant au centre, et l'axe des z ayant la direction du mouvement de la sphère. Ceci posé, soient encore u, v, w les projections de la vitesse (relative) du liquide; p la pression.

On satisfait, d'une manière générale, à toute équation indéfinie et aux

([1]) Voir, par exemple, DUHEM, *Recherches sur l'Hydrodynamique*. Paris, Gauthier-Villars; 1904.

conditions à l'infini, en posant

$$(1)\quad \begin{cases} u = \dfrac{xz}{r^3}\left(\dfrac{3a}{r^2} - b\right), & v = \dfrac{yz}{r^3}\left(\dfrac{3a}{r^2} - b\right), \\ w = \dfrac{z^2}{r^3}\left(\dfrac{3a}{r^2} - b\right) - \left(\dfrac{a}{r^3} + \dfrac{b}{r} + w\right), & p = -2\mu\dfrac{bz}{r^3}, \end{cases}$$

où $r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$ et a, b sont deux constantes arbitraires ([1]).

Pour tâcher de déterminer a et b il faut avoir égard aux conditions à la paroi.

Avant d'aborder la détermination, je ferai remarquer que la résistance $\mathfrak{R}$, que la sphère éprouve à se mouvoir au sein du liquide, peut être assignée, indépendamment de toute condition supplémentaire, sous la forme

$$(2)\quad \mathfrak{R} = 8\pi\mu\left(3\frac{a}{R^2} - 2b\right).$$

2. *Il y a adhérence complète.* — Alors il faut exprimer que, pour $r = R$, on a $u = v = w = 0$. Cela suffit pour déterminer les constantes a, b. On a ainsi

$$(3)\quad a = -\frac{1}{4}WR^3, \qquad b = -\frac{3}{4}WR;$$

et pour la résistance

$$(4)\quad \mathfrak{R} = 6\pi\mu RW.$$

C'est la formule classique de *Stokes*.

3. *La paroi est étanche.* — Dans ce cas, on doit avoir $ux + vy + wz = 0$, pour $r = R$. Cette condition donne lieu à une seule relation

$$(5)\quad \frac{a}{R^2} - b = \frac{1}{2}WR,$$

qui laisse indéterminée une des deux constantes a, b.

Il y a partant une simple infinité de mouvements, chacun étant caractérisé, par exemple, par une valeur particulière du paramètre b. Je vais déterminer b en exprimant que *la dissipation d'énergie du fluide doit être minimum.*

Soit K le coefficient de frottement entre solide et liquide (*frottement extérieur*).

([2]) CH. BRILLOUIN, *Leçons sur la viscosité des liquides et des gaz*, 1re Partie, p. 81.

En introduisant la *fonction de dissipation* de Lord Rayleigh,

$$\Phi = \mu\left[2\left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2 + 2\left(\frac{\partial v}{\partial y}\right)^2 + 2\left(\frac{\partial w}{\partial z}\right)^2 + \left(\frac{\partial w}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial z}\right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y}\right)^2\right],$$

la dissipation d'énergie du liquide est donnée par l'expression

$$\text{(6)} \qquad F = \int_S \Phi\, dS + K\int_\sigma (u^2 + v^2 + w^2)\, d\sigma$$

(S étant le volume occupé par le fluide et σ la surface du corps). Dans cette formule, le dernier terme n'est que le travail (réduit à l'unité de temps) provenant du frottement entre solide et liquide.

En posant

$$\text{(7)} \qquad \beta = \frac{KR}{\mu},$$

un calcul très facile donne [au moyen de (1) et (5)]

$$\text{(8)} \qquad F = \frac{32\pi\mu}{R}\left[\left(b + \frac{1}{2}WR\right)^2 + \frac{1}{8}W^2R^2 + \frac{1}{3}\beta\left(b + \frac{3}{4}WR\right)^2\right].$$

Si l'on veut que F soit minimum, on doit prendre

$$\text{(9)} \qquad b = -\frac{3}{4}\frac{\beta + 2}{\beta + 3}WR.$$

4. *Cas limites.* — Le cas de l'adhérence complète échappe, *a priori*, à cette analyse : le coefficient β devenant alors infini, et en même temps $u = v = w = 0$ sur σ, de façon que le second terme de (6) se présente sous la forme indéterminée $\infty \times 0$. Mais s'il n'est pas permis de passer d'avance au cas limite de l'adhérence complète, on peut bien saisir son influence sur le résultat final. La formule (9) donne, pour $\beta = \infty$,

$$\text{(10)} \qquad b = -\frac{3}{4}WR,$$

qui est justement la valeur (3).

Notre critère énergétique trouve ainsi une bonne confirmation dans le cas classique de Stokes.

Si, au contraire, la résistance au glissement est très petite, on doit poser $\beta = 0$. Alors on a de (9)

$$\text{(11)} \qquad b = -\frac{1}{2}WR.$$

La dissipation d'énergie est

$$F = 4\pi\mu W^2 R,$$

c'est-à-dire $\frac{2}{3}$ *de celle qui correspond au cas de Stokes.*

La résistance

$$R = 8\pi\mu RW \tag{12}$$

devient, au contraire, plus grande : $\frac{4}{3}$ *de celle qui (dans les mêmes conditions) convient à l'adhérence complète.*

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Influence de la vitesse de combustion sur le rendement d'un moteur à gaz.* Note de M. **E. Mérigeault**, présentée par M. L. Lecornu.

M. Carvallo a publié en 1911 [1] une étude très intéressante sur les moteurs à gaz, basée sur l'application des principes de la théorie cyclique. Nous rappelons que, dans cette méthode, on assimile les moteurs à gaz à des moteurs à air chaud recevant d'une source chaude une quantité de chaleur égale au pouvoir calorifique du gaz combustible, et cédant à une source froide une quantité de chaleur égale à ce qu'on appelle la *chaleur sensible* des fumées, et qu'il serait préférable d'appeler l'*énergie interne* des fumées.

M. Carvallo a démontré, en particulier, le théorème suivant : « Si un moteur à gaz (ou un moteur à air) fonctionne entre deux limites de pressions bien déterminées, le meilleur rendement est obtenu en faisant la combustion (ou l'échauffement) à pression constante. »

M. Jouguet a, depuis longtemps, établi [2] que l'assimilation des moteurs à gaz et des moteurs à air n'est permise que si la contraction moléculaire produite par la combustion est négligeable, et si les chaleurs spécifiques des fumées sont égales aux chaleurs spécifiques des gaz non brûlés.

Il est facile de faire une théorie des moteurs à gaz [3] qui ne comporte pas cette restriction et qui s'applique, quel que soit le système gazeux évo-

---

(1) *Journal de l'École Polytechnique*, 2e série, XVe Cahier.

(2) Voir Jouguet, *Théorie des machines thermiques* (Congrès de Liège, 1905); *Théorie des moteurs thermiques*, 1909, p. 326 à 328.

(3) Voir Mérigeault, *Théorie des moteurs à gaz et à pétrole* (*Annales des Mines*, 1905).

luant, quelle que soit la contraction. Cette théorie a l'avantage de suivre exactement les phénomènes qui se produisent réellement dans un moteur et de faciliter la recherche des améliorations.

J'ai établi la formule suivante :

$$A\mathcal{E}_u = L_v - q - \int_{T_B}^{T_E} c\,dT - p_a(V_E - V_B),$$

qui est vraie quel que soit le mode de combustion, et dans laquelle :

$\mathcal{E}_u$ désigne le travail produit par le moteur pendant une évolution complète (deux tours);

L_v, le pouvoir calorifique à volume constant du combustible admis pendant une cylindrée;

q, la quantité de chaleur cédée aux parois depuis la fin de l'admission B jusqu'au commencement de l'échappement E;

T_B et T_E, les températures supposées uniformes à ces deux instants ;

c la valeur spécifique à volume constant de toute la masse de fumées contenues dans le cylindre à la fin de la combustion;

V_E et V_B, les volumes aux instants B et E.

On peut, avec cette formule, démontrer le théorème suivant, qui est le

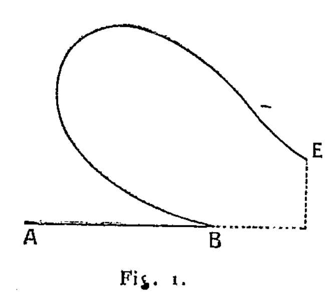


Fig. 1.

théorème de M. Carvallo étendu aux moteurs à gaz, quel que soit le gaz évoluant :

« Soient deux moteurs à gaz *à parois imperméables à la chaleur* (sans pertes par les parois, $q = 0$) ayant mêmes volumes V_E et V_B, absorbant à chaque cylindrée la même quantité de gaz combustible, et *fonctionnant entre les mêmes limites de pression*. Dans l'un, la combustion se fait à pression constante ; dans l'autre, elle se fait suivant une loi quelconque, mais elle est complète au moment de l'échappement. Le premier a le meilleur rendement. »

En effet, soient BCDE, BC′D′E′ les diagrammes de ces deux moteurs.

Les courbes DE et D′E′ sont deux adiabatiques du même système gazeux (gaz complètement brûlé).

D'après l'hypothèse (mêmes limites de pressions), C′D′ est tangent à CD.

On a

$$(1)\qquad A\mathfrak{E}_u = L_v - \int_{T_B}^{T_E} c\,dT - Ap_a(V_E - V_B),$$

$$(2)\qquad A\mathfrak{E}'_u = L_v - \int_{T_B}^{T_{E'}} c\,dT - Ap_a(V_E - V_B).$$

Je vais démontrer que E′ est au-dessus de E. Supposons en effet que E′ soit au-dessous de E, c'est-à-dire qu'on ait $T_{E'} < T_E$, et par suite

$$(3)\qquad \int_{T_B}^{T_E} c\,dT < \int_{T_B}^{T_E} c\,dT.$$

Les deux diagrammes auraient la disposition des figures ci-dessous, car

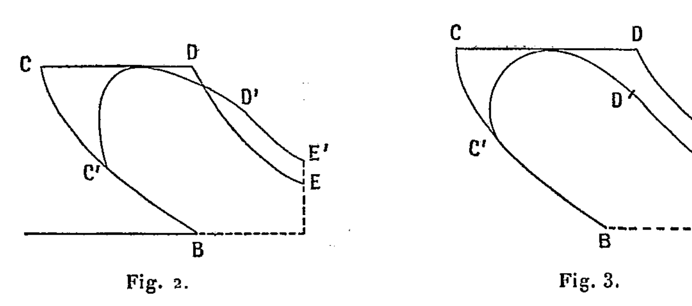


Fig. 2. Fig. 3.

j'ai démontré, jadis, que la courbe C′D′E′ ne pouvait pas couper deux fois DE. Le diagramme BC′D′E′ serait entièrement contenu à l'intérieur du diagramme BCDE. On aurait donc

$$(4)\qquad \mathfrak{E}'_u < \mathfrak{E}_u.$$

Or, à cause de (1) et (2), les deux inégalités (3) et (4) sont incompatibles.

Donc E′ est au-dessus de E; on a

$$T_{E'} > T_E,$$

et par suite

$$\int_{T_B}^{T_{E'}} c\,dT > \int_{T_B}^{T_E} c\,dT.$$

On en déduit, en se reportant à (1) et (2),

$$\mathfrak{T}_u > \mathfrak{T}'_u. \qquad \text{C. Q. F. D.}$$

Comme on le voit, cette démonstration très simple renseigne non seulement sur la valeur des deux rendements, mais aussi sur la position relative des deux diagrammes.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un nouveau dosage volumétrique de l'uranium.* Note de M. V. **Auger**, présentée par M. Haller.

Les dosages volumétriques de l'uranium connus jusqu'ici reposent sur la peroxydation des sels trivalents ou quadrivalents de ce métal, qu'on fait passer à l'état hexavalent au moyen de l'acide chromique ou du permanganate. Ces procédés ne permettent naturellement pas de doser l'uranium en présence du fer ou du titane, car ces éléments fournissent par réduction des sels au minimum qui s'oxydent en même temps que le sel uraneux.

Il est cependant possible d'effectuer le dosage d'une solution contenant du fer et de l'uranium : il suffit de choisir comme oxydant une solution ferrique titrée.

La substance à analyser, dissoute en HCl ou H^2SO^4, est réduite par le zinc amalgamé, et la liqueur obtenue, aérée pendant quelques minutes pour faire passer à l'état de $U^{::}$ tout l'uranium trivalent formé, puis additionnée de 1^g à 2^g de sulfocyanate d'ammonium, est oxydée par la solution ferrique titrée jusqu'à coloration rose persistante due à la formation de sulfocyanate ferrique. Cette oxydation a lieu d'autant plus rapidement que la solution est moins acide; lorsque la teneur en H^2SO^4 atteint 10 pour 100 environ, il est nécessaire de chauffer pour l'activer, vers 45°-50°, et avec 15 à 20 pour 100 d'acide, la température doit atteindre 70°-75° environ. On peut ainsi obtenir des résultats exacts à 0,5 pour 100 près, avec des mélanges contenant jusqu'à 5 parties de Fe pour 1 partie U. Au-dessus de cette teneur en fer, le dosage accuse un déficit en uranium croissant.

Exemple :

$0^g,024$ U + 0	Fe exige	$10,2^{cm^3}$	de solution ferrique,
» U + 0,5	»	10,2	»
» U + 0,25	»	10,1	»
» U + 0,50	»	9,9	»
» U + 1,20	»	9,7	»

On obtient des résultats bien meilleurs en opérant dans une atmosphère de gaz carbonique, mais cela complique le travail, et dans ce cas il est préférable d'opérer d'après la méthode suivante :

Le dosage précédent ne peut être utilisé en présence de titane, puisque

les sels au minimum sont réoxydés par les sels ferriques; j'ai donc été amené à chercher un mode de réduction du mélange, fournissant une liqueur contenant Fe et U au minimum avec le titane au maximum. Ce résultat est obtenu en effectuant la réduction au moyen d'une solution titaneuse, en présence d'un grand excès de sel d'acide organique fournissant avec TiO^2 une combinaison complexe. J'emploie, dans ce but, une solution concentrée de tartrate de sodium dont on met une quantité suffisante pour que tout l'acide minéral de la solution soit saturé par l'alcali du tartrate; il est même nécessaire d'introduire un assez fort excès de ce sel pour que l'acide introduit par la solution titaneuse réductrice ne change pas les conditions de la solution. A l'équilibre

$$U^{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot} + Fe^{\cdot\cdot\cdot} + Ti^{\cdot\cdot\cdot} \rightleftharpoons Fe^{\cdot\cdot} + U^{\cdot\cdot\cdot\cdot} + Ti^{\cdot\cdot\cdot\cdot},$$

en solution acide, on substitue une réaction qui se termine presque complètement dans le sens du second terme par suite de la disparition des ions $Ti^{\cdot\cdot\cdot\cdot}$ qui forment le complexe [TiO^2 tartrique].

Il a fallu trouver un indicateur pour fixer le moment où l'addition de solution titaneuse doit être arrêtée; pour cela, on peut employer toutes les matières colorantes du groupe des diazines, et de préférence l'azo-induline (*Meister Lucius*), dont la couleur gris violet fait place au jaune, aussitôt qu'il y a un excès de sel titaneux dans la solution; si l'on a dépassé ce point, il est facile de revenir en arrière en réoxydant l'excès de sel titaneux par addition ménagée de solution ferrique, jusqu'au moment où réapparaît la couleur de l'indicateur. Cette partie du dosage doit être effectuée en atmosphère carbonique, car les solutions ferroso et urano-tartriques sont extrêmement oxydables; il suffit ensuite d'ajouter à la solution une quantité suffisante d'acide minéral pour détruire les ions complexes d'abord formés, et oxyder la solution uraneuse par un sel ferrique, en présence de sulfocyanate, comme il a été décrit précédemment. Les résultats analytiques sont excellents, en employant des quantités d'uranium variant de $0^g,2$ à $0^g,01$ par exemple. La présence de fortes quantités de sels de fer nuit beaucoup moins à l'exactitude du dosage que précédemment, et toujours dans le sens contraire, c'est-à-dire en donnant des chiffres trop forts. Exemple :

$0^g,024$ U + 0 Fe	$= 10^{cm^3},25$	de solution ferrique,
» U + 0,25 Fe	= 10,3	»
» U + 1 Fe	= 10,4	»
» U + 2,4 Fe	= 10,65	»

Comparé au précédent, ce dosage fournit des résultats plus forts, de 1 pour 100 environ. Il est probable que cet excédent provient de ce que la réaction qui sert de base au dosage n'est pas absolument complète, et qu'il reste toujours une petite quantité de titane à l'état trivalent; la présence de sels de fer en très grande proportion favoriserait encore plus le déplacement d'équilibre dans ce sens. Bien que cette méthode ne donne pas des résultats parfaits, elle surpasse de beaucoup, comme exactitude et comme rapidité, le dosage par pesée du pyrouranate de sodium, actuellement employé dans les analyses industrielles; dans le cas des minerais pauvres, contenant, par exemple, 0,5 pour 100 U, la méthode par pesées fournit parfois des résultats trop forts, de 20 à 60 pour 100 par suite de l'entraînement de TiO^2, Al^2O^3, Fe^2O^3, etc. dans le précipité d'uranate; j'ai montré en quelle faible mesure ces impuretés influaient sur le dosage volumétrique proposé.

MINÉRALOGIE. — *Sur le polychroïsme des cristaux de sulfate de potassium colorés artificiellement.* Note de M. **Paul Gaubert**, présentée par M. A. Lacroix.

J'ai montré que les matières colorantes peuvent exister dans les cristaux, qui les ont absorbées pendant leur accroissement, sous deux formes différentes : à l'état cristallin ou bien sous le même état qu'en dissolution dans un liquide. Le polychroïsme acquis des cristaux ainsi colorés présente des propriétés différentes suivant que l'un ou l'autre des deux modes de syncristallisation est réalisé : les caractères qui en résultent, joints à d'autres, permettent de différencier ces deux derniers. Le but de cette Note est de signaler un cas intéressant, au point de vue du polychroïsme, de cristaux colorés par la matière colorante à l'état cristallin.

La coloration artificielle des cristaux de sulfate de potasse a été étudiée par Retgers (1) et par M. Wenk (2), mais ces auteurs ne se sont pas occupés du mécanisme de la coloration, ils ont constaté une modification des facies des cristaux. Habituellement ces derniers sont aplatis suivant la face g^1 (010) et, suivant l'intensité de la coloration, plus ou moins allongés dans la direction de l'axe vertical *c* (3).

(1) J.-W. Retgers, *Zeitsch. f. phys. Ch.*, t. XII, 1893, p. 615.

(2) W. Wenk, *Zeitsch. f. Kryst.*, t. XLVII, 1910, p. 124.

(3) Il est à remarquer que lorsque la matière colorante passe à l'état cristallin dans une substance incolore, pour que la syncristallisation puisse se produire, il faut que plusieurs conditions soient réalisées; cela explique les insuccès et les résultats discordants obtenus par divers observateurs.

Cristaux colorés avec le brun Bismarck. — Les cristaux de sulfate de potassium obtenus sur une lame de verre ou dans un cristallisoir, sont tabulaires, très aplatis suivant g^1 (010) et limités latéralement par des faces très étroites des zones pg^1 et $h^1 g^1$. On observe : 1° des cristaux polychroïques dont le maximum d'absorption a lieu suivant n_g; 2° des cristaux dont la teinte la plus foncée est suivant n_p; 3° des cristaux, de beaucoup les plus nombreux, présentant une division en quatre secteurs, plus ou moins nets, séparés par les diagonales de la face d'aplatissement g^1(010). Les deux secteurs, qui correspondent à la base p(001), montrent la coloration la plus intense suivant n_g, alors qu'avec les deux autres ayant pour base h^1(100), le maximum d'absorption a lieu suivant n_p.

Deux cas peuvent alors se présenter : 1° l'orientation optique est la même dans tout le cristal; cela est réalisé quand la coloration est très faible et les secteurs correspondant à h^1(100) sont en général un peu plus pâles que les deux autres; 2° les deux sortes de secteurs ont une orientation optique différente, les directions n_g font entre elles un angle de 90° et le maximum d'absorption se fait dans les quatre secteurs suivant n_g.

Cristaux colorés par le rouge ponceau. — Les cristaux de sulfate de potassium colorés par ce corps sont polychroïques et présentent, comme avec le brun Bismarck, une division en quatre secteurs; deux de couleur orange, correspondant à la base p(001), ont la teinte la plus foncée suivant n_g, alors que dans les deux autres le maximum d'absorption se fait suivant n_p (rose suivant n_p, rose violacé ou incolore suivant n_g).

D'autres matières colorantes, comme la safranine, la phosphine, colorent les cristaux de sulfate de potassium. Les sulfates de rubidium, de thallium [1] se colorent aussi, surtout ce dernier, et donnent des résultats semblables à ceux obtenus avec le sulfate de potasse quant au procédé de syncristallisation.

Tous ces faits inattendus peuvent être expliqués en admettant que les particules cristallines de brun Bismarck, substance très biréfringente et très polychroïque, s'orientent sur les cristaux de sulfate de potassium pendant l'accroissement de ces derniers, de manière que les axes principaux d'élasticité optique des deux corps coïncident. Mais sur les faces de la zone pg^1(001)(010) en voie d'accroissement, elles prennent une position telle que la direction de leur plus grand indice de réfraction n_g est parallèle à celle du plus petit indice n_p des particules cristallines orientées sur les faces de la zone $h^1 g^1$(100)(010).

La production de secteurs à allongement optique différent est due à ce que le brun Bismarck, très biréfringent par rapport au sulfate de potassium, peut masquer plus ou moins les propriétés optiques des cristaux de ce dernier s'il existe en quantité suffisante. On voit même sur certains cris-

(1) P. Gaubert, *Bull. Soc. fr. Minéral.*, t. XXVIII, 1905, p. 183.

taux de sulfate des bandes de brun Bismarck parallèles aux axes cristallographiques *a* et *c*, si épaisses qu'elles sont presque opaques, et il n'est pas douteux que, dans certaines conditions, les deux substances ne puissent cristalliser en toute proportion.

Si avec le rouge ponceau on n'obtient pas des secteurs à orientation optique différente, cela tient à ce que les cristaux de ce corps sont beaucoup moins biréfringents que ceux du brun Bismarck, mais le polychroïsme particulier observé est encore dû à ce que les particules cristallines de la matière colorante ont deux positions différentes dans le cristal de sulfate.

On voit, d'après ce qui précède, comment, dans l'étude du polychroïsme des corps devant leur couleur à une matière étrangère, il faut tenir compte du mécanisme de la coloration. Alors que pour les cristaux colorés par des molécules se trouvant dans le cristal sous le même état qu'en solution (solutions solides), la règle de Babinet est applicable, pour ceux qui sont colorés par des particules cristallines (groupement de cristaux d'espèces différentes), le maximum d'absorption de la lumière peut se produire dans une direction quelconque.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la présence de l'acide cyanhydrique dans le Trèfle rampant (Trifolium repens* L.). Note de M. **Marcel Mirande**, présentée par M. Guignard.

Tout le monde connaît le Trèfle rampant (*Trifolium repens* L.), cette plante si commune partout, qui croît dans les prés, sur les bords des chemins et des fossés. Cette espèce de Trèfle, quoique affectionnant les sols légers et sablonneux, pousse sur toute sorte de terrain, même sur les terres argileuses et humides. On la cultive comme plante fourragère, en France (dans le Nord plus que dans le Midi), en Angleterre, en Hollande. Elle constitue un excellent pâturage, les moutons et les porcs la préfèrent au Trèfle des prés (*Trifolium pratense* L.). Mais, comme pour cette dernière espèce, l'on veille à ce que les animaux n'en fassent pas d'excès: les funestes effets produits par l'ingestion de trop grandes quantités de Trèfle sont bien connus.

Le *Trifolium repens* présente un certain nombre de variétés, offrant à peu près la même valeur économique.

J'ai constaté la présence, dans cette plante, d'une substance qui, sous l'influence d'une enzyme agissant à la façon de l'émulsine et contenue aussi

dans la plante, se décompose en donnant, entre autres produits, de l'acide cyanhydrique. La plante, soumise à l'anesthésie [1], laisse dégager de l'acide cyanhydrique, après la mort plasmolytique des cellules qui amène le contact de la substance cyanique avec l'enzyme hydrolysante.

Mes recherches ont porté exclusivement sur le Trèfle rampant, sauvage et à l'état de floraison et non sur la plante cultivée, et se sont bornées, pour le moment, au dosage de l'acide cyanhydrique contenu dans la plante au moyen du procédé habituellement employé à cet effet.

Les parties végétales soumises à l'analyse sont rapidement hachées et broyées et mises en macération avec un peu d'eau, pendant quelques heures, à une température de 25° à 30°. La plante contient suffisamment d'enzyme pour hydrolyser la substance cyanogénétique, car en ajoutant ou non à la masse en digestion une petite quantité d'émulsine, l'analyse donne le même résultat. Néanmoins, toutes les digestions ont été opérées avec addition d'émulsine sous la forme d'un lait d'amandes douces. Après la digestion, la masse est soumise à la distillation sous l'action d'un courant de vapeur d'eau. Une petite quantité d'acide cyanhydrique, dont il n'est pas tenu compte dans les résultats, s'échappe pendant la digestion et la distillation.

Le distillat accuse tous les caractères de l'acide cyanhydrique, notamment la réaction du bleu de Prusse. L'acide cyanhydrique a été dosé dans le distillat par les méthodes comparées de Liebig et de Fordos et Gélis.

J'ai obtenu les résultats suivants :

La teneur en acide cyanhydrique varie dans un même individu avec les organes considérés.

Un plant de *Trifolium repens*, analysé le 6 août, a donné, en grammes et pour 100 parties de l'organe considéré :

Folioles	0,0102
Pétioles	0,0025
Tiges	0,0010

Le papier réactif Guignard (papier picro-sodé) suspendu, dans le flacon, au-dessus du distillat, prend des colorations dont l'intensité permet d'apprécier très rapidement par un simple coup d'œil les quantités relatives d'acide contenues dans les divers organes.

Je n'ai pas trouvé d'acide cyanhydrique dans 25g de racines soumises à l'analyse le 20 septembre.

La teneur en acide cyanhydrique est très variable avec la nature du sol, l'époque de la végétation, les échantillons considérés. Des échantillons de Trèfle rampant croissant dans le voisinage les uns des autres peuvent avoir des teneurs différentes : ainsi l'on trouvera des chiffres différents avec du Trèfle cueilli dans un pré et du Trèfle cueilli, à proximité, sur le talus de la route qui borde ce pré.

(1) Guignard, *Comptes rendus*, 12 juillet 1909. — Mirande, *Comptes rendus*, 12 juillet 1909.

Voici les chiffres obtenus dans les dosages de douze lots de Trèfle provenant de territoires très divers (Isère, Savoie, Cher, Allier, Puy-de-Dôme); ces dosages ont porté seulement sur les folioles qui sont les organes les plus riches en acide cyanhydrique; chaque lot était constitué par les folioles de plants de Trèfle croissant sur un très petit espace ($0^{m^2},4$ ou $0^{m^2},5$) afin d'avoir, pour chaque lot, l'homogénéité parfaite de toutes les conditions végétatives :

0,0391	0,0165	0,0102
0,0250	0,0128	0,0060
0,0214	0,0114	0,0040
0,0179	0,0109	0,0036

La moyenne de ces dosages est $0^g,0149$ pour 100 et l'on voit que la quantité d'acide, pour douze lots considérés, varie entre 39^{mg} et 4^{mg} environ pour 100.

On a déjà fait la remarque intéressante que, parmi les plantes renfermant de l'acide cyanhydrique, il y en a beaucoup d'importantes au point de vue industriel ou alimentaire (certains haricots, diverses céréales, des plantes à graines oléagineuses, le Lin, etc.).

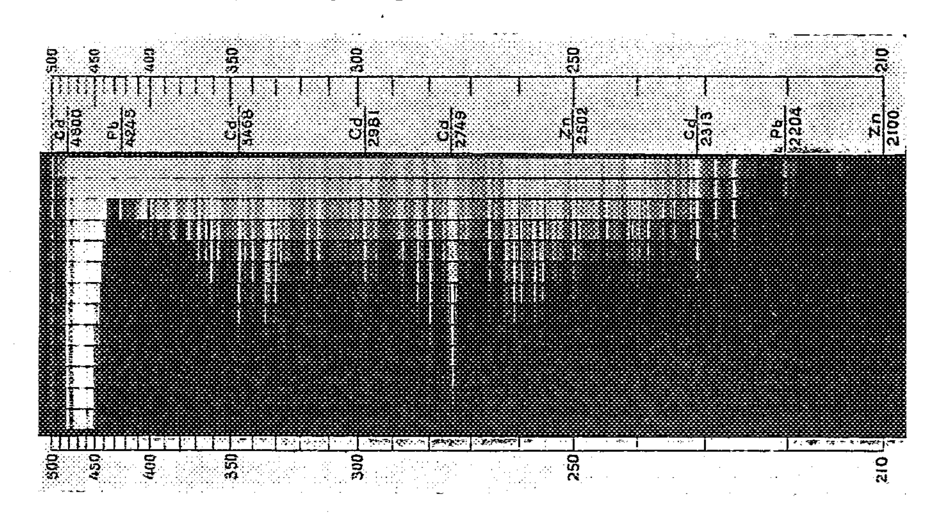
On connaît déjà comme plantes à contenus cyaniques, parmi les Légumineuses-Papilionacées, deux espèces de *Lotus*, le célèbre *Phaseolus lunatus* et le *Ph. Mungo*, plusieurs espèces de *Vicia*, un *Dolichos*, le *Cicer arietinum*, l'*Indigofera galegoides*.

Le *Trifolium repens* vient donc s'ajouter à cette liste, et l'intérêt de la constatation de l'acide cyanhydrique dans cette plante se double de l'intérêt que présente la plante elle-même au point de vue alimentaire et cultural.

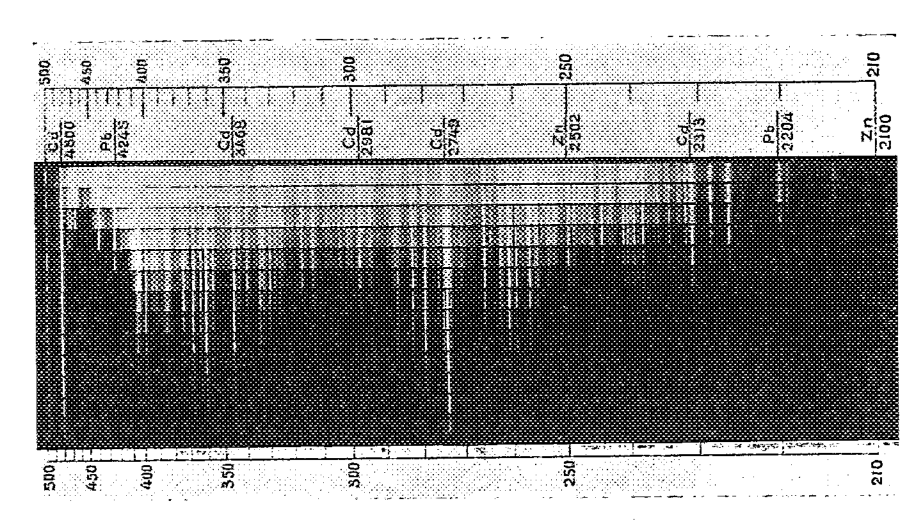
PHYSIQUE VÉGÉTALE. — *Sur l'absorption des rayons ultraviolets par les chlorophylles α et β et par la chlorophylle cristallisée*. Note de MM. C. **Dhéré** et W. **de Rogowski**, présentée par M. Dastre.

Nos observations ont porté sur les *chlorophylles* α et β extraites des feuilles fraîches de *Taxus baccata* et séparées au moyen de la méthode chromatographique d'adsorption due à Tswett. Ces chlorophylles ont été examinées en solution dans l'éther éthylique anhydre; la solution de la chlorophylle α était franchement bleue; celle de la chlorophylle β était d'un vert jaunâtre. Les spectres d'absorption visibles de ces chlorophylles correspondaient très exactement à ceux décrits par Tswett et, plus récemment (novembre 1911), par Willstätter. Pour étudier l'absorption des rayons les plus réfrangibles, nous nous sommes servis d'un spectrographe à système

optique en quartz ([1]). N'ayant pas déterminé la concentration en pigment



Chlorophylle α (solution éthérée).



Chlorophylle β (solution éthérée).

des liqueurs examinées, nous joignons au relevé des spectres d'absorption photographiés les mesures oculaires de la bande dans le rouge.

([1]) Nous avons utilisé des plaques *Wratten Process*. La largeur de la fente était de $0^{mm},02$; la durée de la pose, uniformément de 35 secondes. Les autres conditions photographiques sont indiquées dans les publications antérieures de l'un de nous. Cf. C. Dhéré : *Spectres d'absorption ultraviolets des purines* (*Comptes rendus*, 6 novembre 1905) et *Recherches sur l'absorption des rayons ultraviolets par les albuminoïdes, les protéides et leurs dérivés* (Fribourg, 1909).

Chlorophylle α dissoute dans l'éther.

Épaisseur.	Bande dans le rouge.	Bande dans l'indigo-violet.	Bande dans l'ultraviolet.	Dernière raie transmise.
mm 0,5	λ 667,0 — 656,0 μμ	λ (435,2 — 424,5) μμ	»	λ 213,8 μμ
2,0	λ 668,5 — 652,5	λ (435,2 — 419,0)	»	λ 219,5
3,5	λ 671,0 — 652,5	λ 438,7 — 412,8	»	λ 226,6
5,0	λ 672,5 — 649,0	λ 438,7 — 405,8	»	λ 226,6
6,5	λ 672,5 — 649,0	λ 438,7 — 385,4	»	λ 226,6
8,0	λ 674,5 — 647,5	λ 441,6 — 375,5	»	λ 231,3
9,5	λ 674,5 — 646,8	λ 441,6 — 368,4	λ (313,8 — 288,1) μμ	λ 231,3
11,0	λ 675,3 — 645,3	λ 444,7 — 361,2	λ (313,8 — 288,1)	λ 239,3
12,5	λ 676,0 — 643,0	λ 444,7 — 346,8	λ 317,6 — 287,3	λ 255,8
14,0	λ 677,3 — 642,5	λ 444,7 — 346,8	λ 330,3 — 283,2	λ 257,3
15,5	λ 678,0 — 642,5	λ 444,7 — 346,8	λ 334,5 — 283,2	λ 259,9
17,0	λ 678,0 — 641,6	λ 444,7 ——————→	280,1	λ 273,7

(Quand l'épaisseur atteint 25mm, tout l'ultraviolet est absorbé.)

Chlorophylle β dissoute dans l'éther.

Épaisseur.	Bande dans le rouge.	Bandes dans le bleu-violet.		Bande dans l'ultraviolet.	Dernière raie transmise.
mm 2	λ 646,0 — 639,0 μμ	λ (463,1 — 444,7) μμ		»	λ 210,0 μμ
5	λ 647,5 — 635,5	λ 463,1 — 444,7	λ (435,0 — 424,5) μμ	»	λ 214,5
8	λ 649,0 — 634,5	λ 463,1 — 444,7	λ (435,0 — 424,5)	»	λ 219,5
11	λ 650,8 — 634,5	λ 467,9 — 438,7	λ 435,2 — 424,5	»	λ 220,4
14	λ 650,8 — 634,0	λ 472,3 — 438,7	λ 438,7 — 419,0	»	λ 226,6
17	λ 652,5 — 633,8	λ 472,3 ——————→	412,1	»	λ 231,3
20	λ 653,0 — 633,8	λ 472,3 ——————→	409,3	λ (313,8 — 288,1) μμ	λ 231,3
23	λ 653,8 — 633,3	λ 480,0 ——————→	408,5	λ (313,8 — 288,1)	λ 249,3
26	λ 671,5 — 631,5	λ 480,0 ——————→	405,8	λ 313,8 — 287,3	λ 255,8
29	λ 672,3 — 630,0	λ 480,0 ——————→	405,8	λ 317,6 — 287,3	λ 257,3
32	λ 673,0 — 629,3	λ 480,0 ——————→	405,8	λ 330,3 — 283,2	λ 259,9
35	λ 673,0 — 628,5	λ 480,0 ——————→	405,8	λ 334,5 — 280,1	λ 273,7

Nous avons étendu nos observations à la *chlorophylle cristallisée* préparée, à partir de feuilles de *Galeopsis tetrahit*, par les méthodes combinées de Monteverde et de Willstätter. Rappelons que, d'après Willstätter, la chlorophylle cristallisée diffère de la chlorophylle naturelle en ce que, dans sa molécule, le phytol est remplacé par l'alcool utilisé lors de la préparation (dans le cas actuel, l'alcool éthylique). C'est, comme la chlorophylle naturelle, un mélange de chlorophylles α et β. Bornons-nous ici à signaler que cette chlorophylle cristallisée, en solution à 0g,1 pour 5 litres dans l'éther

éthylique, absorbe, sous l'épaisseur de 31^{mm}, les radiations comprises entre λ 472 et $283^{\mu\mu}$ et laisse passer les radiations plus réfrangibles jusqu'à λ $256^{\mu\mu}$. Cette même chlorophylle, en solution à $0^g,2$ pour 5 litres dans l'alcool éthylique, absorbe, sous l'épaisseur de $15^{mm},5$, les radiations comprises entre λ 500 (1) et $298^{\mu\mu}$, et laisse passer les radiations plus réfrangibles jusqu'à λ $238^{\mu\mu}$.

Il résulte donc de nos observations que les chlorophylles pures présentent une transparence relative bien remarquable pour les rayons de la portion extrême ultraviolette du spectre. Les chlorophylles naturelles, en solution éthérée, ne possèdent qu'une seule bande d'absorption exclusivement ultraviolette; cette bande commune est située dans la région moyenne du spectre ultraviolet considéré (λ axe $= 304^{\mu\mu}$ environ).

AGRONOMIE. — *Sur la destruction de certains Hémiptères par les parasites végétaux.* Note de M. **Léopold Le Moult**, présentée par M. L. Mangin.

La présente Note a pour but de montrer que le procédé de destruction de certains insectes, au moyen de parasites végétaux, qui a été employé par MM. Metschnikoff et Krassilschik, en Russie, par le Dr Snow, aux États-Unis, et par moi-même, en France, est aussi efficace dans la destruction de divers Hémiptères.

Ayant recueilli, chez M. le Dr Raillard, de la Charité (Nièvre), en septembre 1911, un certain nombre de punaises du chou (*Pontatoma Ornatum*), je les contaminai à l'aide de culture artificielle de *Sporotrichum globuliferum*.

Quelques-uns de ces insectes périrent dès le cinquième jour, et le dixième jour il n'en restait plus un seul de vivant.

Il me parut que la même expérience pouvait être tentée contre divers autres Hémiptères redoutables pour nos arbres et nos vignes, notamment le puceron lanigère et le phylloxera.

M. le Dr Raillard possédait justement un grand nombre de pommiers couverts de ce blanc caractéristique de la présence du puceron lanigère; je traitai ces pommiers en septembre 1911, à l'aide de *Sporotrichum globuliferum* et de

(1) Ou plutôt $\lambda > 480$, car notre spectre d'émission ne possède pas de raies intenses entre λ 480 et $500^{\mu\mu}$.

Botrytis bassiana, chacun de ces parasites étant employé séparément, sur deux rangées de pommiers en cordons, distantes de 80^m.

Au pied de chaque pommier on a enfoui des morceaux de culture microbienne, et à l'air libre on a pulvérisé la même culture, sur le tronc et sur les branches.

La même expérience a été faite chez M. Algré, adjoint-maire, président du Syndicat des viticulteurs de la Charité.

Dans ces deux propriétés, le puceron lanigère n'a pas reparu au printemps sur les pommiers traités, alors qu'ailleurs cet insecte se trouvait en abondance.

J'ignorais ce résultat lorsque j'entrepris, le 5 juin 1912, de traiter les pommiers de M. le Dr Corté, maire de la Charité, conseiller général de la Nièvre.

J'y employai 1^{kg} de cultures mélangées d'*Isaria densa*, de *Sporotrichum globuliferum* et de *Botrytis bassiana*.

Le 22 juillet, je reçus de M. Corté une lettre m'annonçant la réussite complète de l'expérience. Dès le 10 juillet l'on avait constaté la mort de tous les pucerons qui avaient abandonné le tronc et les branches pour aller mourir sur les feuilles, où l'on trouvait en grand nombre leurs cadavres momifiés. J'ai recueilli de nombreuses feuilles portant ces cadavres et ai obtenu des cultures des parasites ayant déterminé la mort de ces insectes.

M. le Dr Corté a tenu à porter ce résultat à la connaissance du Conseil général de la Nièvre, dans sa séance du 21 août 1912.

Une dernière expérience a été faite le 6 août chez M. le Dr Juvigny, de la Charité, où 92 pommiers en cordons furent traités.

Au pied de chaque pommier, on a enfoui deux ou trois morceaux de culture d'*Isaria densa*, puis on a pulvérisé sur les branches et le tronc des spores de *Botrytis bassiana* sur la partie haute de l'allée (46 pommiers) et des spores de *Sporotrichum* sur les 46 autres pommiers.

Le 11 septembre, j'ai pu constater que dans la partie haute les pucerons avaient complètement disparu, mais dans la partie basse on remarquait encore quelques taches de blanc, ce qui semblerait indiquer que *Botrytis bassiana* agirait plus vigoureusement que *Sporotrichum globuliferum;* le fait ne me paraît pas cependant démontré par cette constatation, et j'incline plutôt à croire que si les pucerons ont disparu plus rapidement dans la partie haute, cela tient à ce qu'ils étaient plus nombreux, c'est-à-dire plus rapprochés, ce qui a facilité la propagation de la maladie.

Quoi qu'il en soit, les résultats obtenus m'ont paru assez encourageants

pour essayer le même procédé contre le phylloxera, et j'ai déjà entrepris à cet effet, dans les communes de Pouilly et de la Charité, des expériences que je multiplierai le plus possible en vue de la reconstitution si désirée de nos vignobles français.

PARASITOLOGIE. — *Sur les rapports des kystes de Carini du poumon des rats avec le* Trypanosoma Lewisi. Note de M. et Mme **Pierre Delanoë**, présentée par M. Laveran.

A la suite des travaux de Chagas sur l'évolution du *Schizotrypanum Cruzi*, Carini a découvert, dans le poumon des rats infectés de *Trypanosoma Lewisi*, des kystes qu'il considère comme des kystes de reproduction schizogonique de ce trypanosome (¹). Nos observations sur ces intéressantes formations nous ont conduits à une conclusion différente.

Pour rencontrer les kystes de Carini dans les frottis de poumons, il faut, de toute nécessité, recourir à la dissection minutieuse de l'organe. On prélève un petit fragment pulmonaire, à un niveau quelconque, car les kystes se trouvent répartis dans toute l'étendue des poumons. Aidé ou non du binoculaire, on le dissocie très finement, sur lame, dans une goutte d'eau salée physiologique. On étale sur lame. On fixe humide aux vapeurs osmiques, pendant 9 à 10 secondes pour une solution à $\frac{1}{2}$ pour 100. On achève la fixation dans l'alcool-éther, pendant 2 minutes. On laisse sécher. On lave à l'eau courante, puis à l'eau distillée. Finalement, on colore, 15 à 20 minutes, dans une solution de Giemsa au $\frac{1}{10}$. Les préparations obtenues sont très belles.

Quand les kystes sont nombreux, il suffit de parcourir quelques champs de microscope pour être fixé. Mais quand les kystes sont rares, il faut examiner 3 et 4 lames avant de trouver un kyste net.

Les kystes de Carini mesurent en moyenne 5^{μ} de diamètre. Ils sont plus ou moins ovales, rarement bien sphériques. Ils se colorent sans aucune difficulté; sans doute, la paroi qui les limite est-elle d'une extrême délicatesse. Sur les préparations bien réussies, cette paroi ne fait aucun doute : elle apparaît très nette du fait d'une acidophilie manifeste. Le plus souvent, cependant, elle n'est pas visible, et le kyste apparaît simplement limité par le fin granulé éosinophile qui forme le fond des préparations. Aussi Chagas estime-t-il que les kystes des poumons du cobaye, infecté par *Schizotr. Cruzi*,

(¹) *Soc. de Méd. et Chir. de Sao-Paulo*, 16 août 1910, *in Bulletin de l'Institut Pasteur*, t. IX, p. 937.

qui ont morphologiquement les plus grandes ressemblances avec ceux du rat, n'ont pas de paroi propre.

Les kystes renferment huit éléments qui, à leur plus haut degré de développement, ont l'aspect de vermicules, en croissant, avec, vers le milieu du corps, un petit noyau, de teinte homogène, autour duquel se dessine un mince liséré clair. Le cytoplasme est bleu et de structure non alvéolaire. Parfois, à côté du noyau, on distingue un petit élément chromatique qui tranche d'autant plus nettement que sa teinte violet foncé fait contraste avec celle rose pâle du noyau.

Les kystes, dont certains des éléments ont un double appareil nucléaire, rappellent à s'y méprendre, les kystes que Chagas considère, chez le cobaye infecté de *Schizotrypanum Cruzi*, comme gamétogoniques mâles (?)

Les kystes de Carini n'existent que dans les poumons.

Nous avions tout d'abord pensé, avec Carini, et pour les avoir principalement rencontrés chez des rats infectés depuis longtemps par *T. Lewisi*, que les kystes pulmonaires sont bien une forme de reproduction de ce trypanosome. Certains de nos résultats nous paraissaient cependant peu en harmonie avec cette donnée. Ainsi, des rats, de même poids, infectés et sacrifiés le même jour, présentaient les uns des kystes nombreux, les autres des kystes très rares. Des rats guéris et fortement immunisés ne continuaient pas moins à avoir de nombreux kystes dans les poumons. Et pourtant, par la lecture des auteurs comme par expérience propre, nous savions que des rats guéris d'une première infection, et à plus forte raison immunisés, ne rechutent *jamais*. L'inoculation à de jeunes rats d'une émulsion, riche en kystes, de poumons provenant de rats immunisés n'est pas suivie de l'apparition de trypanosomes dans le sang circulant.

Ces divers faits ont suscité en nous l'idée que les kystes de Carini pouvaient bien exister chez des rats neufs et nous ont incités, malgré nos premiers échecs, à réentreprendre des recherches dans ce sens. Dès le début de nos études, en effet, et sur les conseils de M. Mesnil, nous avions recherché les kystes de Carini chez des rats neufs, mais sans aucun succès. Ceci s'explique, et nous l'avons compris plus tard, par ce fait que les six rats neufs, que nous avons alors mis en expérience, étaient de jeunes rats. Il aurait fallu, pour plus de chances de réussite, prendre des rats *adultes ;* car ceux-ci, à n'en pas douter, sont beaucoup plus fréquemment parasités que les jeunes rats.

Nos dernières recherches sur les rats neufs adultes, par un heureux concours de circonstances, furent toutes couronnées de succès : sur 22 rats, 22 fois nous avons rencontré des kystes de Carini.

Cinq de ces rats provenaient de l'extérieur. Ils furent reconnus indemnes de *Lewisi* à l'examen direct du sang. Leurs poumons étaient inégalement et peu parasités.

Les dix-sept autres rats provenaient de l'élevage que possède M. Borrel, à l'Institut Pasteur. Leurs poumons renfermaient de nombreux kystes. Ces dix-sept rats furent reconnus indemnes de *Lewisi* à l'examen direct du sang, pratiqué à plusieurs reprises. En outre, chez huit d'entre eux, nous avons prélevé le sang du cœur que nous avons inoculé à autant de jeunes rats, qui ne s'infectèrent pas, quoique sensibles au *Lewisi* (ce qui fut reconnu à l'inoculation directe de ce trypanosome, faite un mois après celle du sang du cœur). Ces résultats méritent d'autant plus d'être pris en considération que nous avons inoculé avec *T. Lewisi* plus de vingt rats de l'élevage Borrel et que tous se sont montrés sensibles au trypanosome, en même temps d'ailleurs que richement infectés par les kystes de Carini.

L'élevage Borrel ne portait, comme ectoparasite, que *Lelaps echidninus* (¹). Il n'y avait ni *Hæmatopinus spinulosus*, ni *Ceratophyllus fasciatus*.

Toutes ces constatations forment faisceau et tendent à prouver que les rats neufs de l'élevage Borrel, que nous avons mis en expérience, doivent, en toute légitimité, être considérés comme indemnes de *Lewisi* et, conséquemment, que les kystes de Carini n'ont rien de commun avec ce trypanosome.

Les kystes de Carini sont susceptibles de se transmettre par *contagion directe*. Deux femelles de l'élevage Borrel sont soigneusement débarrassées de gale et des *Lelaps* par plusieurs frictions à la pommade d'Helmerich. Elles sont ensuite placées dans des bocaux neufs, où elles mettent bas. Cet élevage est fait à l'abri de toute contamination ectoparasitaire. Trois mois après, les quatre petits et les deux mères sont trouvés porteurs de kystes. Les kystes étaient très rares chez les mères et relativement nombreux chez les petits.

Les pneumocystes de Carini représentent, à n'en pas douter, un parasite nouveau des rats. Si celui-ci doit constituer un genre nouveau, nous proposons de lui donner le nom de *Pneumocystis Carinii*. Les affinités sont, peut-être, à chercher du côté des Coccidies.

(¹) Pas plus que M. Chatton, nous n'avons réussi à retrouver, chez cet acarien, les stades d'évolution de *Hepatozoon* (*Hæmogregarina*) *perniciosum* décrits par Miller.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Les « Fibrincörper » de Zopf et leurs relations avec les corpuscules métachromatiques.* Note de M. E. **Foëx**, présentée par M. L. Mangin.

On sait que Zopf a révélé, dans les conidies et conidiophores de certaines Érysiphacées, l'existence d'éléments durs qui se trouvent situés dans le protoplasma, toujours à l'extérieur des vacuoles. D'après Zopf, ces corps présentent les réactions de la *pilzcellulose* (callose). Plusieurs auteurs, et en particulier Neger, ont signalé et décrit ces éléments chez un grand nombre d'Érysiphacées. Pour ma part, je les ai rencontrés chez toutes celles des espèces de ce groupe que j'ai étudiées à ce point de vue (*Podosphaera Oxyacanthae; Sphaerotheca pannosa; S. Humuli; Erysiphe Polygoni; E. Cichoracearum; E. Graminis; Microsphaera Evonymi;* Oïdium du Fusain du Japon; *Phyllactinia corylia; Oidiopsis taurica*). Après traitement par la potasse, l'acide sulfurique à 10 pour 100, ou l'eau iodée, ils apparaissent sous l'aspect d'éléments de formes variées, qui se trouvent placés dans les bandes protoplasmiques situées entre les vacuoles.

Ils ne se dissolvent pas sous l'action de l'eau de Javel, de la potasse en solution aqueuse, du chlorure de calcium (même après 12 heures de traitement). L'ammoniaque ne paraît pas les gonfler. L'eau iodée ne les colore pas. Ils ne réagissent pas sous l'action des réactifs iodés de la cellulose. Les colorations par les bleus d'aniline (méthode de Mangin) manquent de netteté. La rosazurine employée en solution alcaline, après traitement par la potasse, donne une coloration rouge des plus nettes. En résumé, d'après les propriétés qui viennent d'être énumérées, les Fibrincörper ne sont ni des matières albuminoïdes ni des substances cellulosiques.

Par contre, leur coloration, très vive sous l'action de la rosazurine, les rapproche de la callose, mais ils diffèrent de la callose typique par leur non solubilité dans les solutions alcalines et parce qu'ils ne se gonflent pas sous l'action de l'ammoniaque.

On peut remarquer que, d'une façon générale, les Fibrincörper sont rares ou petits, voire même inexistants, dans les premiers stades du développement du conidiophore et dans les cellules inférieures de cet organe, tandis que leur nombre et leur volume s'accroît dans les éléments supérieurs de la chaîne conidienne. En somme, leur évolution s'effectue parallèlement à celle de la cellule qui les contient.

D'autre part, les conidiophores des Érysiphacées renferment des élé-

ments qui jouissent de propriétés métachromatiques vis-à-vis du bleu de méthylène (coloration vitale) ou du bleu polychrome (après fixation par le picroformol de Bouin). Ils manifestent d'ailleurs les huit réactions fondamentales grâce auxquelles Meyer définit la volutine ([1]).

Dans les cellules inférieures du conidiophore, notamment dans la cellule génératrice et celles situées au-dessus, on rencontre des éléments métachromatiques relativement volumineux et assez abondants pour que la cavité cellulaire paraisse en être presque bourrée. Si on les observe avec attention, on voit qu'ils se trouvent placés dans des vacuoles très petites. Le volume des cellules qui proviennent du cloisonnement de la cellule génératrice s'accroît peu à peu, au fur et à mesure qu'elles se différencient et s'élèvent dans la chaîne. Cet accroissement de volume s'effectue sans augmentation du nombre des corpuscules métachromatiques. Ces derniers s'éloignent donc les uns des autres. Des vacuoles se constituent qui les séparent et qui sont indépendantes de celles qui les entourent. Lorsqu'on fait varier la vis micrométrique, il n'est pas rare de voir apparaître, au-dessous d'un élément métachromatique, un corps incolore qui est un Fibrincörper. Peu à peu ces derniers éléments augmentent de dimension, tandis que les corpuscules métachromatiques suivent une évolution inverse, si bien que, dans les cellules les plus différenciées, ils n'apparaissent plus que sous forme de points limités ou de lignes étroites, au contact des Fibrincörper.

La chaîne conidienne de *Sphaerotheca Humuli* est particulièrement intéressante à cet égard. Les Fibrincörper y deviennent volumineux et souvent on peut nettement voir à leur surface un liséré rouge plus ou moins irrégulier qui est le dernier vestige des corpuscules métachromatiques.

Un traitement assez court par la potasse, suivi d'une coloration par le bleu polychrome, met souvent en évidence une teinte rouge à la surface des Fibrincörper, qui par cette méthode apparaissent avec netteté.

La volutine précède donc les Fibrincörper et joue sans doute un rôle actif dans leur formation, dont nous ne connaissons d'ailleurs pas le mécanisme. De nouvelles recherches s'imposent.

Dans les cas des Érysiphacées, la volutine serait une matière de réserve transitoire qui ferait place à une deuxième substance de réserve contenue dans les Fibrincörper. Ces éléments sont en effet digérés au moment de la germination des conidies.

([1]) Notre étude des corpuscules métachromatiques a été faite surtout chez *Erysiphe Graminis* et *Sphaerotheca Humuli*.

M. J. Grialou adresse un Mémoire intitulé : *Études sur l'écoulement des fluides à l'état permanent.*

(Renvoi à l'examen de M. Boussinesq.)

La séance est levée à 4 heures et demie.

Ph. v. T.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 30 SEPTEMBRE 1912.

Les Leçons de Séismométrie, du Prince B. GALITZIN. Saint-Pétersbourg, 1912; 1 vol. in-4°. (En langue russe.) (Présenté par M. Darboux.)

L'eruzione Etnea del 1910, relazione per P. VINASSA DE REGNY, A. RICCÒ, S. ARCIDIACONO, F. STELLA STARRABBA, L. TAFFARA, O. DE FIORE, con 11 tavole e 34 figure intercalate. Catane, 1912; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. A. Lacroix.)

Congrès géologique international, XIIe session, Canada, 1913; 1re Circulaire. Ottawa, 1912; 1 fasc. in-8°.

Expédition scientifique pour l'exploration des pêcheries de la Côte Mourmane. Compte rendu pour l'année 1905, par L.-L. BREITFUSS. Saint-Pétersbourg, 1912; 1 vol. in-4°. (En langue russe.)

Observatoire Royal de Belgique. Carte photographique du Ciel; planches nos 11 à 20. Paris, L. Schutzenberger; 10 feuilles in-plano.

Meddelanden från K. Vetenskapsakademiens Nobelinstitut; Bd. II, Häfte 2. Upsal et Stockholm, 1912; 1 vol. in-8°.

Greenwich Observations, 1910: *Observations. Photoheliographic results.* Édimbourg, 1912; 1 vol. et 1 fasc. in-4°.

Cape Observatory publications: Annals of the Cape Observatory; Vol. X, part 1, and title page and Preface, to Vol. II, and Vol. X, part 2, Appendix I. Londres, 1911 et 1912; 1 vol., 1 fasc. et 1 fol. in-4°.

Results of the magnetical and meteorological Observations made at the Royal Alfred Observatory, Mauritius in the years 1902, 1903 *and* 1908. Maurice, 1911; 3 vol. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 7 OCTOBRE 1912.

Institut de France. Académie des Sciences. *Notice sur la vie et les travaux d'Édouard Bornet*, par L. GUIGNARD, Membre de l'Académie. Paris, Gauthier-Villars, 1912; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Histoire de la Société nationale d'Agriculture de France, par LOUIS PASSY, Membre de l'Institut; t. I. 1761-1793. Paris, Philippe Renouard, 1912; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Tisserand. Hommage de l'auteur.)

Ministère du Travail et de la Prévoyance sociale. *Statistique générale de la France : Statistique annuelle des Institutions d'assistance, année* 1910. Paris, Imprimerie nationale, 1912; 1 vol. in-4°.

Bulletin de l'Institut océanographique (Fondation Albert Ier, Prince de Monaco); nos 238-246, 25 juillet-28 septembre 1912. Monaco; 9 fasc. in-8°.

Mémoires de la Société zoologique de France; année 1911, t. XXIV. Paris, au siège de la Société, 1911; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société académique d'Agriculture, Belles-Lettres, Sciences et Arts de Poitiers; n° 374, janvier-mars 1912. Poitiers, 1912; 1 fasc. in-8°.

Cambridge Observatory. Annual report of the Observatory Syndicate, 1911 *may* 19-1912 *may* 18. Cambridge, 1912; 1 fasc. in-4°.

Rapporto annuale dello I. R. Osservatorio marittimo di Trieste, contenente le osservazioni meteorologiche di Trieste e di alcune altre stazioni adriatiche per l'anno 1908, redatto da EDOARDO MAZELLE; t. XXV. Trieste, 1912; 1 fasc. in-4°.

U. S. Department of Agriculture. *Report of the Chief of the Weather Bureau* 1910-1911. Washington, 1912; 1 vol. in-4°.

Annales de la Société royale zoologique et malacologique de Belgique; t. XLVI, année 1911. Bruxelles, 1912; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société royale de Botanique de Belgique; t. XLVIII, fasc. 1-4. Bruxelles, 1911-1912; 3 fasc. in-8°.

Sitzungsberichte der königlich preussischen Academie der Wissenschaften; 1912, XXII-XXXVIII. Berlin, 1912; 10 fasc. in-4°.

Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino; t. XLVII, disp. 1a-7a, 1911-1912. Turin, 1912; 5 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société impériale des Naturalistes de Moscou; année 1911, nos 1-3. Moscou, 1912; 1 vol. in-8°.

Mitteilungen des Naturwissenschaftlichen Vereines für Steiermark; Bd. 48, Jahrgang 1911. Gratz, 1912; 1 vol. in-8°.

Annuaire statistique de la Roumanie. Bucarest, 1912; 1 vol. in-8°.

Proceedings of the Academy of natural Sciences of Philadelphia; t. XLIV, 1912. Philadelphie, 1912; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

—

(Séance du 16 septembre 1912.)

Note de M. *H. Deslandres*, Relations des protubérances avec les filaments et alignements des couches supérieures de l'atmosphère solaire :

Page 532, ligne 12, *au lieu de* la partie extérieure au bord, *lire* la partie intérieure au bord.

Page 533, au bas de la légende de la figure 1, *ajouter :* Ces plages faculaires sont représentées grossièrement par les parties avec hachures.

Page 535, ligne 29, *au lieu de* jalonnent les files, *lire* jalonnent des files.

Page 538, ligne 7 de la Note, *au lieu de* ce qui peut s'expliquer, *lire* ce qui peut expliquer.

On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis 1835 les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique des matières, l'autre par ordre alphabétique des noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel et part du 1er Janvier.

Prix de l'abonnement :

Paris : 30 fr. — Départements: 40 fr. — Union postale: 44 fr.

On souscrit dans les départements,

chez Messieurs :

gen	Ferran frères.
lger	Chaix. Jourdan. Ruff.
miens	Courtin-Hecquet.
ngers	Grassin. Siraudeau.
ayonne	Jérôme.
esançon	Marion.
ordeaux	Feret. Laurens. Muller (G.).
ourges	Renaud.
rest	Derrien. Grandmontagne. F. Robert. Uzel frères.
aen	Jouan.
hambéry	Dardel.
herbourg	Henry. Marguerie.
lermont-Ferr.	Delaunay. Girard-Guillochin.
ijon	Ratel. Rey. Venot.
ouai	Degez. Lauverjat.
renoble	Rey et Cie.
a Rochelle	Foucher.
e Havre	Dombre. Flammarion.
ille	Giard. Janny. Tallandier.
Lorient	Baumal. Gosse.
Lyon	Duplat. Georg. Maloine. Phily.
Marseille	Ruat.
Montpellier	Valat. Coulet.
Moulins	Martial Place.
Nancy	Barbé. Berger. Wagner et Lambert.
Nantes	Veloppé.
Nice	Barma.
Nîmes	Lavagne-Peyrot.
Orléans	Loddé.
Poitiers	Blanchier. Lévrier.
Reims	L. Michaud.
Rennes	Plihon et Hommais.
Rochefort	Ripé.
Rouen	Langlois. Lestringant.
St-Étienne	Chevalier.
Toulon	Alté. Figard.
Toulouse	Gimet. Privat.
Tours	Boisselier. Péricat.
Valenciennes	Giard. Lemaître.

On souscrit à l'étranger.

chez Messieurs :

Amsterdam	Feikema Caarelsen et Cie.
Athènes	Eleftheroudakis.
Barcelone	Piaget. Verdaguer.
Berlin	Asher et Cie. Friedlander et fils. Mayer et Müller.
Berne	Francke.
Bologne	Zanichelli.
Bruxelles	Lamertin. Lebègue et Cie. Ramlot.
Bucarest	Alcalay. Socec et Ce.
Budapest	Kilian.
Cambridge	Deighton, Bell et Ce.
Christiania	Cammermeyer.
Constantinople	Otto Keil.
Copenhague	Höst et fils.
Florence	Seeber.
Gand	Herckenrath.
Gênes	Beuf.
Genève	Burckhardt. Georg.
La Haye	Belinfante frères.
Lausanne	Payot et Cie. Rouge. Sack.
Leipzig	Brockhaus. Fock. Twietmeyer. Voss.
Liége	Gnusé. Nierstrasz.
Londres	Dulau. Hachette et Cie. Nutt.
Luxembourg	V. Bück.
Madrid	Dossat. F. Fé. Romo. Ruiz et Cie.
Milan	Bocca frères. Hœpli.
Moscou	Tastevin.
Naples	Marghieri di Gius. Pellerano.
New-York	Dyrsen et Pfeiffer. Lemcke et Buechner. Stechert.
Odessa	Rousseau.
Oxford	Parker et Cie.
Palerme	Reber.
Porto	Magalhaes et Mon.
Prague	Rivnac.
Rio-Janeiro	Alvès. Briguiet. Garnier.
Rome	Bocca frères. Loescher et Cie.
Rotterdam	Kramers et fils.
Stockholm	Nordiska Boghandel.
St-Pétersbourg	Wolff. Zinserling.
Turin	Bocca frères. Brero. Rosenberg et Sellier.
Varsovie	Gebethner et Wolff.
Vérone	Drucker.
Vienne	Frick. Gerold et Cie.
Zürich	Rascher.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tomes **1** à **31**. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix .... **25** fr.
Tomes **32** à **61**. — (1er Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix .... **25** fr.
Tomes **62** à **91**. — (1er Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix .... **25** fr.
Tomes **92** à **121**. — (1er Janvier 1881 à 31 Décembre 1895.) Volume in-4°; 1900. Prix .... **25** fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I. — Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbès et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent les Comètes, par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. Claude Bernard. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856 .... **25** fr.

Tome II. — Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur Bronn. In-4°, avec 7 planches; 1861 ... **25** fr.

A la même Librairie les **Mémoires** de l'Académie des Sciences, et les **Mémoires** présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences.

N° 15.

TABLE DES ARTICLES (Séance du 7 Octobre 1912).

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

NOMINATIONS.

CORRESPONDANCE.

50192 PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : GAUTHIER-VILLARS.

1912

DEUXIÈME SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME 155.

N° 16 (14 Octobre 1912).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1912

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Toute Note manuscrite d'un Membre de l'Académie ou d'une personne étrangère ne pourra paraître dans le *Compte rendu* de la semaine que si elle a été remise le jour même de la séance.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Les *Comptes rendus* ne reproduisent pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin ; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* ne contiennent ni planches, ni figures.

Dans le cas exceptionnel où des figures seraient autorisées, l'espace occupé par ces figures comptera pour l'étendue réglementaire.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 14 OCTOBRE 1912.

PRÉSIDENCE DE M. LIPPMANN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à MM. Celoria, Fœrster, Hillmann, Lecointe, Pattenhausen, Schorr, Schrader, Membres du *Congrès de l'Heure*, qui assistent à la séance.

GÉODÉSIE. — *Sur la 17e Conférence générale de l'Association géodésique internationale.* Note de M. **B. Baillaud.**

La 17e réunion générale de l'Association géodésique internationale a eu lieu du 17 au 27 septembre, à Hambourg, dans les salles du Vorlesungs-Gebaüde. Les séances générales ont eu lieu les 17, 19, 21, 23, 25 et 27 septembre sous la présidence de notre confrère M. le général Bassot, assisté de M. le Dr F.-R. Helmert, directeur de l'Institut Royal géodésique et du Bureau Central géodésique, et de M. le Dr H.-G. van de Sande Bakhuyzen, secrétaire perpétuel de l'Association. 20 États avaient envoyé des délégués dont le nombre s'élevait à 62; assistaient en outre aux séances et aux fêtes 28 invités résidant à Hambourg et parmi eux M. le sénateur Dr von Melle, président du *Oberschule Behörde* et M. le bourgmestre O'Swald, président de l'Association coloniale allemande. Les membres français étaient, avec M. le général Bassot, MM. Ch. Lallemand, directeur du Service du Nivellement général de la France; le colonel R. Bourgeois, directeur du Service géographique de l'Armée; F. Hanusse, directeur du Service hydrographique de la Marine;

le lieutenant-colonel Lallemand, chef de la Section de Géodésie au Service géographique de l'Armée; B. Baillaud, directeur de l'Observatoire de Paris.

La séance d'ouverture fut spécialement consacrée à la célébration du 50e anniversaire de la fondation de l'Association géodésique. Des discours éloquents furent prononcés par M. le sénateur von Melle et par M. le général Bassot; un rapport sur l'origine et le développement de l'Association fut lu par M. le Secrétaire perpétuel, H.-G. van de Sande Bakhuyzen; un autre sur l'activité du Bureau Central par M. le directeur Helmert; hommage fut rendu par les orateurs à la mémoire de M. le général Baeyer, fondateur de l'Association.

Les cinq séances qui ont suivi la première ont été des plus remplies. Les points essentiels des discussions étaient les rapports généraux mentionnés à l'avance dans l'ordre du jour de la session. M. le Secrétaire perpétuel donna lecture de son rapport administratif pour la période 1909-1912, M. Helmert d'un rapport sur l'activité du Bureau Central depuis la 16e Conférence, M. Albrecht d'un rapport sur le service international des latitudes. D'autres rapports généraux ont été lus : sur les triangulations, sur les mesures de bases par M. le colonel Bourgeois, sur les nivellements de précision par notre confrère M. Lallemand, sur les marégraphes, sur les déterminations de longitude, de latitude et d'azimut, sur les déviations de la verticale, sur les déterminations de la pesanteur, sur les déformations de la croûte terrestre sous l'influence de l'attraction de la Lune et du Soleil.

Trois Commissions nommées dès la seconde séance, Commission des finances, Commission du nivellement, Commission des latitudes, ont présenté des rapports qui ont donné lieu, dans la séance de clôture, à d'importantes résolutions.

Sur la proposition de M. Charles Lallemand, la Commission de nivellement a présenté les résolutions suivantes adoptées par la Conférence :

Projet de résolution. — La 17e Conférence générale de l'Association géodésique internationale,

Vu les progrès considérables réalisés dans l'art des nivellements depuis l'année 1867, où, pour la première fois, ont été fixées des limites aux erreurs admissibles dans les nivellements de précision;

Vu l'intérêt qu'au point de vue des besoins supérieurs de la Géodésie, il y aurait à créer une nouvelle catégorie de nivellements, avec tolérances plus étroites, et dont les erreurs probables, accidentelle et systématique, seraient calculées d'après une règle uniforme;

Tout en maintenant sans modification les tolérances de 1867 pour les nivellements de précision,

Décide de ranger désormais dans une nouvelle catégorie, dite des *nivellements de haute précision*, toute ligne, groupe de lignes ou réseau, nivelés deux fois, en sens opposés, à des dates autant que possible différentes, et dont les erreurs probables, accidentelle et systématique, η_r et σ_r ou σ_R suivant le cas, uniformément calculées au moyen des formules ci-après, ne dépasseront pas :

$\pm 1^{mm}$ par kilomètre pour l'erreur accidentelle probable; $\pm 1^{mm},5$ pour l'erreur moyenne accidentelle;

$\pm 0^{mm},2$ par kilomètre pour l'erreur systématique probable; $\pm 0^{mm},3$ pour l'erreur moyenne systématique.

Si l'on désigne par :

L, la longueur d'une ligne isolée, ou d'un côté de maille polygonale dans le cas d'un réseau;

ΣL, le développement total du réseau;

Δ, la discordance des résultats des deux nivellements, relevée entre deux repères consécutifs;

r, l'espacement de ces deux repères;

s, la discordance systématique totale relevée, pour une ligne entière ou pour un côté de maille entre les résultats des deux nivellements;

f, l'écart de fermeture d'une maille du réseau, application faite de la correction orthométrique liée au défaut de parallélisme des surfaces de niveau du globe terrestre;

Σf^2, la somme des carrés des écarts de fermeture des mailles, y compris celui (Σf) du polygone enveloppe :

Le calcul des valeurs de η et de σ s'effectuera au moyen des formules ci-après :

I. Pour l'erreur accidentelle et dans le cas d'un groupe de lignes constituant ou non des mailles fermées

$$\eta_r^2 = \frac{1}{9}\left[\frac{\Sigma\Delta^2}{\Sigma L} - \frac{\Sigma r^2}{(\Sigma L)^2}\Sigma\frac{s^2}{L}\right];$$

II. Pour l'erreur systématique :

a) Dans le cas d'un groupe de lignes ne formant pas de réseau

$$\sigma_r^2 = \frac{1}{9\Sigma L}\Sigma\frac{s^2}{L}$$

b) Dans le cas d'un réseau comportant au moins une dizaine de mailles

$$\sigma_R^2 = \frac{1}{\Sigma L^2}\left[\frac{2}{9}\Sigma f^2 - \eta_r^2\,\Sigma L\right].$$

Le vœu suivant, proposé par la Commission des latitudes, a été adopté :

« Continuer le service des latitudes suivant la méthode ancienne, avec recommandation du Bureau Central, et d'accord avec lui, de chercher, dans les années prochaines, à réduire le nombre des stations ou de les disposer autrement, afin de réduire les frais et de satisfaire, dans la mesure du possible, aux propositions de MM. Schumann, Kimura et Shida.

» D'après la proposition de M. Helmert, une somme de 10000 marks sera employée en subventionnant de 4000 marks la station de Johannesburg en 1913, et de 1000 marks, pendant trois années, chacune des stations de Turin et de Santiago ;

» L'Association géodésique demandera à l'Astronomische Gesellschaft de contribuer pécuniairement à ses travaux de latitude. »

La Commission des finances a proposé la résolution suivante, votée à l'unanimité :

« On ne continuera plus, pour les stations de latitude sud, que quelques dépenses prises sur le budget extraordinaire. »

Il serait trop long d'énumérer ici les nombreux rapports nationaux lus par MM. les délégués des différents États. Je dois mentionner à l'Académie la lecture des délégués français : Rapport de M. le colonel Bourgeois sur la publication des travaux de la Mission de l'Équateur ; Rapport de M. le lieutenant-colonel A. Lallemand sur les travaux géodésiques exécutés par le Service géographique de l'Armée de 1909 à 1912 ; Rapport de M. B. Baillaud sur la création en France, par M. le Ministre de l'Instruction publique, d'un laboratoire d'Astronomie géodésique, rattaché à l'École des Hautes-Études, laboratoire dont les premiers travaux ont été la détermination de la différence de longitude entre Paris et Bizerte, faite par MM. Renan, Lancelin et Tsatsopoulos, avec le concours de M. le commandant Ferrié, en même temps qu'elle était faite à l'astrolabe par le Service géographique de l'Armée, et la détermination à la fois par télégraphie sans fil et par télégraphie ordinaire de la différence de longitude entre Paris et Uccle faite par M. Delporte, astronome adjoint à l'Observatoire royal de Belgique,

sous la direction scientifique de M. Lecointe et MM. Renan et Viennet, de l'Observatoire de Paris.

Une discussion théorique des plus intéressantes a eu lieu entre notre confrère M. Charles Lallemand et M. Schweydar, de l'Institut géodésique prussien, au sujet des marées de l'écorce terrestre. M. Lallemand avait présenté, à la 16[e] Conférence, une théorie fort simple, établie en dehors de toute autre hypothèse que la continuité sur la variation de la rigidité de la substance terrestre avec la profondeur. La conclusion était que l'amplitude effective des marées lentes de l'Océan est à leur amplitude théorique calculée dans l'hypothèse d'une absolue rigidité du globe, comme la période eulérienne de la nutation des pôles est à la période effective de ce même mouvement.

Le D[r] Schweydar, admettant avec Roche et Wiechert que la Terre est formée d'un noyau fluide entouré d'une écorce, a obtenu des résultats qui, au point de vue de la précédente conclusion, sont en complet désaccord avec ceux de M. Ch. Lallemand.

Notre confrère a montré que la contradiction tenait à l'introduction, par M. Schweydar, d'une loi discontinue pour la variation de la rigidité avec la distance au centre du globe.

Un grand nombre de vœux ont été émis concernant la jonction des réseaux géodésiques français, italien et suisse; la détermination d'une différence de longitude entre l'Europe et l'Amérique; le rattachement géodésique des Indes anglaises à la Russie, à travers la Perse; celui du Chili avec la base de l'Équateur, en passant par le Pérou.

Après que des remercîments eurent été votés aux divers gouvernements qui ont apporté leur concours aux mesures des variations de latitude, la réunion a proposé, comme siège de la prochaine Conférence générale, Saint-Pétersbourg et Christiania.

M. le général Bassot, qui avait présidé avec un dévouement sans bornes toutes les séances, a remercié la ville de Hambourg, son Sénat, M. le sénateur von Melle et le délégué de la ville de Hambourg, M. le professeur Schorr, directeur des Observatoires de Hambourg et de Bergedorf, pour les attentions si cordiales dont les membres du Congrès ont été l'objet pendant leur séjour. Des remercîments ont été votés par acclamation à M. le Secrétaire perpétuel, M. van de Sande Bakhuyzen, et à notre confrère, M. le général Bassot qui avait si admirablement présidé aux discussions. Cette Conférence, si remplie par le travail, ne l'a pas été moins par des visites, comme celle faite à l'Observatoire, tout nouvellement fondé, de Bergedorf,

à qui son outillage entièrement nouveau et l'inlassable activité de son directeur promettent le plus brillant avenir, comme celle du port de Kiel, du port de Hambourg avec ses immenses ateliers et ses nombreux docks, dont chacun couvre plus d'un hectare; par des réceptions comme celles qui furent offertes par la *Hamburg-America Linie* à bord d'un de ses bateaux, la *Victoria Luise*, et par M. le sénateur von Melle en un banquet de clôture. Pourquoi a-t-il fallu qu'il manquât à la délégation française notre illustre confrère Henri Poincaré, dont la voix était autrefois si écoutée de tous nos collègues de l'Association?

MINÉRALOGIE. — *Note préliminaire sur quelques minéraux de Madagascar dont plusieurs peuvent être utilisés comme gemmes.* Note de M. A. LACROIX.

Toutes les roches granitiques connues présentent la particularité commune d'avoir leurs feldspaths plus ou moins opaques ou, tout au moins, troubles, par suite du développement secondaire de produits d'altération, cristallins ou amorphes.

La pegmatite, qui fait l'objet principal de cette Note, au contraire, est remarquable en ce que tous ses minéraux constitutifs se présentent dans un état de pureté idéale, et donnent, par suite, des indications sur ce que peuvent être les roches granitiques dans leur état de fraîcheur originelle.

Tous ces minéraux, quartz, orthose, diopside, apatite, sont transparents et d'une limpidité telle qu'ils peuvent être utilisés comme gemmes. Ce fait est d'autant plus à noter qu'ils proviennent de Madagascar, c'est-à-dire d'un pays où les altérations atmosphériques sont d'une intensité remarquable et que, d'autre part, ils ne sont pas sans avoir subi parfois des corrosions profondes, qui les ont entamés périphériquement, mais sans y faire naître aucun produit d'altération intermédiaire touchant à leur transparence.

Le gisement se trouve dans le sud de l'île, à Itrongahy, à mi-chemin entre Betroka et Benenitra; je ne l'ai pas visité moi-même, mais, par suite d'un concours de circonstances favorables et de plusieurs bonnes volontés, j'ai pu étudier un nombre considérable de documents en provenant.

Je dois au capitaine Bailly les premiers cristaux de feldspath que j'ai étu-

diés l'an dernier [1] et des indications sur la situation géographique du gisement, qui ont permis à M. Orsini de m'y recueillir les premiers échantillons sur gangue que j'ai examinés; plus récemment, le capitaine Marabail m'a remis de très nombreux et intéressants échantillons provenant de cette même région. Celle-ci est gneissique et renferme, en particulier, des gneiss riches en graphite et des cipolins.

La pegmatite ne forme que de petits affleurements, mais ses minéraux constitutifs abondent en fragments et en cristaux épars à la surface du sol, en partie englobés par un tuf calcaire de formation récente. Ils ont plusieurs centimètres de plus grande dimension; certains diopsides ont même plus de 10^{cm} de longueur.

La pegmatite doit être miarolitique, si l'on en juge par la forme nette des cristaux isolés, mais toutes les cavités ont été remplies par de la calcédoine concrétionnée, de telle sorte qu'au premier abord il semble que tous ces minéraux transparents aient pour gangue un silex blond.

L'examen microscopique fait voir qu'entre tous les cristaux de la roche s'est formée de l'opale, sur laquelle s'appuie souvent la calcédoine, formée de zones concentriques de pseudo-calcédonite et de calcédonite à enroulement, qui se terminent dans les cavités par des surfaces mamelonnées ou par des pointements de quartz.

Les cristaux d'orthose ne présentent que des formes communes p, m, g^1, g^2, $a^{\frac{1}{2}}$, avec les modes de développement habituels, mais sans aucune macle. La limpidité est parfaite; rarement incolore (adulaire), ce feldspath est souvent jaune et parfois même d'un jaune d'or foncé qui ne disparaît pas à la suite d'un chauffage prolongé au rouge; une fois taillé, il forme une très belle gemme, qu'on n'aurait pas l'idée de prendre pour un feldspath si l'on n'était prévenu : elle ressemble au béryl d'or. Les variations de densité (2,558 à 2,596) et celles des autres propriétés physiques montrent qu'il s'agit d'une orthose de composition variable et parfois sodique. Un échantillon jaune d'or, de densité 2,565, à extinction de $+5°$ dans g^1, a fourni les valeurs suivantes (Na) :

$$n_g = 1,5253; \quad n_m = 1,5248; \quad n_p = 1,5197; \quad 2V = 34°6'.$$

Quelques échantillons possèdent les reflets de la pierre de lune; ils per-

(1) Peu auparavant, M. Léopold Michel m'avait montré des clivages de ce feldspath, dont le gisement exact à Madagascar n'était pas connu encore; M. Thomas m'en a remis un échantillon lors de mon passage à Tananarive.

mettent de vérifier facilement que cette propriété est due à des réflexions sur des plans de séparation parallèles à $a^{\frac{1}{8}}(\bar{8}01)$ ($pa^{\frac{1}{8}} = 108°$ environ) et de suivre le mécanisme de sa production; elle s'effectue de l'extérieur à l'intérieur des cristaux sans en atteindre le plus généralement le centre qui, par suite, reste limpide : comme on voit des cristaux brisés présenter ce phénomène sur toute leur périphérie, il est difficile de ne pas admettre qu'il est d'origine secondaire et postérieur à la démolition de la roche.

Le diopside, parfois jaune, avec coloration superficielle noire, est souvent d'un vert bouteille; dans ce dernier cas, il permet d'obtenir des gemmes d'une teinte assez agréable; les cristaux, allongés suivant l'axe vertical, présentent la combinaison $m(110)$, $d^{\frac{1}{2}}(111)$, $b^{\frac{1}{2}}(\bar{1}11)$ et $m, h^1(100), p(001)\, e^{\frac{1}{2}}(021)$, avec aplatissement suivant h^1; il n'existe pas de macle. La densité est de 3,23. Les indices, mesurés sur un cristal vert, sont (Na) :

$n_g = 1,7001$; $n_m = 1,6785$; $n_p = 1,6730$; $2V = 53° 44'$; $2E = 104° 40'$ (mes.).

Le quartz, plus ou moins enfumé, ne présente rien de spécial.

En même temps que ces minéraux se rencontrent quelques cristaux transparents d'apatite, d'un vert vif, très pléochroïques, atteignant 3^{cm} de longueur. Leur densité est de 3,18 ($n_g = 1,6386$; $n_p = 1,6343$).

Dans un second gisement, situé à une vingtaine de kilomètres du précédent dans la direction de Betroka, d'autres minéraux n'ont été recueillis qu'isolés de toute gangue. Je suppose que les deux premiers de ceux qui vont être décrits proviennent de roches exceptionnelles, intercalées dans les gneiss.

Le plus intéressant est une espèce que je n'ai pu identifier qu'après étude complète, car elle se présente sous un aspect tout différent de celui sous lequel elle était connue. Je veux parler de la *kornerupine* : au lieu de constituer de petits cristaux brunâtres comme la variété prismatine de Saxe ou des baguettes grises comme le minéral originel du Groenland, il forme des fragments de cristaux atteignant plusieurs centimètres, d'une couleur vert de mer et d'une transparence si parfaite que j'en ai fait tailler quelques fragments. Elle constitue une gemme d'un éclat très vif [1].

---

[1] Ce minéral qui, comme l'orthose jaune, doit désormais figurer sur la liste des pierres précieuses, n'est pas sans analogie d'aspect avec l'andalousite transparente des sables diamantifères du Brésil; elle s'en distingue par sa réfringence beaucoup plus grande et sa densité notablement supérieure : l'intensité de la couleur et le pléochroïsme sont un peu plus faibles.

Il existe deux clivages prismatiques difficiles, mais fournissant des plans réfléchissants ($mm = 98° 37'$). J'ai observé quelques faces naturelles rugueuses (m et g^1). Le plan des axes optiques est parallèle à h^1. Le minéral est optiquement négatif; sa bissectrice aiguë coïncide avec l'axe vertical.

$$n_g = 1,6742; \quad n_m = 1,6733; \quad n_p = 1,6613; \quad n_g - n_p = 0,0129;$$
$$2V = 20°10'; \quad 2E = 33° \text{ (mes.)}.$$

Il est incolore en lames minces, mais nettement pléochroïque en plaques épaisses et alors vert parallèlement à l'axe vertical et brun rouge perpendiculairement à celui-ci.

La formule généralement adoptée pour la kornerupine est

$$MgO.Al^2O^3.SiO^2$$

(ce serait dans ce cas le silicate de Tschermak), mais l'analyse suivante *a*, faite par M. Pisani ainsi que les suivantes, conduit à une formule plus complexe

$$6(Mg, Na^2, K^2, H^2)O.4(Al, Fe)^2O^3.5SiO^2$$

qui, d'ailleurs, représente mieux la composition de la prismatine de Saxe que la formule précédente. La densité est de 3,27.

SiO^2	31,35
Al^2O^3	41,20
Fe^2O^3	2,27
MgO	23,80
K^2O	0,24
Na^2O	0,60
H^2O	0,64
	100,10

Ce minéral est inattaquable par les acides et n'est décomposé que par une longue ébullition dans l'acide fluorhydrique; il fond au chalumeau en émail blanc (comme la kornerupine du Groenland, contrairement à ce qui est indiqué dans les Traités).

Un second minéral paraît beaucoup plus rare : c'est la *saphirine*, dont je n'ai vu que quelques fragments de cristaux, aplatis suivant g^1 (010), d'un bleu foncé et d'un pléochroïsme intense : il est seulement translucide, à cause des nombreuses fissures qui le traversent. Il possède les propriétés physiques du minéral du Groenland, mais avec une densité plus faible

(3,31) et des indices de réfraction un peu moins élevés; $n_g = 1,7097$; $n_m = 1,7074$; $n_p = 1,7042$; $n_g - n_p = 0,055$, ce qui tient sans doute à une teneur plus grande en magnésie, que met en évidence l'analyse *a* : celle-ci conduit plus exactement à la formule $4,5(Mg,Fe)O.5Al^2O^3.2SiO^2$, qu'à la formule $5MgO.6Al^2O^3.2SiO^2$, à laquelle paraît correspondre le minéral du Groenland; on sait que, dans le petit nombre des gisements où la *saphirine* est connue, sa composition subit d'assez grandes variations; les rapports atomiques du minéral de Madagascar se rapprochent plus de ceux de la *saphirine* de l'Inde que de tout autre, mais la proportion du fer y est infiniment moindre.

SiO^2	14,90
Al^2O^3	62,55
MgO	21,20
FeO	1,78
	100,43

A ces minéraux en sont associés deux autres, eux aussi dépourvus de toute gangue, mais qui doivent provenir de pegmatites. Le zircon se présente en fragments sans formes distinctes de 3^{cm} à 4^{cm} de diamètre ; ils sont bruns, noirs ou d'un vert olive ; leur densité oscille autour de 4,08, mais s'abaisse jusqu'à 3,98. Il existe aussi des fragments de cristaux transparents d'un violet d'axinite, remarquables par la dissymétrie des faces a^1 (101) et x(311), qui surmontent le prisme m(110) ; leur densité varie entre 4,403 et la densité normale de 4,70.

Les types légers ont une biréfringence voisine de celle du quartz ; sous l'influence prolongée de la température du rouge, elle se rapproche de la biréfringence normale du zircon, avec augmentation concomittante de la densité, jusqu'au voisinage de 4,45. Ces zircons fournissent donc la répétition des faits observés sur certains zircons de Ceylan d'abord par Damour et Des Cloizeaux et plus récemment par MM. Stevanovič, Kœchlin et Spencer (zircons α, β, γ, purs ou associés).

Le second minéral est noir, à éclat de poix, rappelant un peu l'euxénite comme aspect, mais avec une réfringence moindre ; il est très analogue à celui qui accompagne la bastnaésite à l'ouest d'Ambositra (1). Ces minéraux se distinguent facilement de toutes les substances de facies analogue en ce

(1) A. Lacroix, *Bull. Soc. franç. minér.*, t. XXXV, 1912, p. 108. Je dois cet échantillon de la région d'Ambositra à l'obligeance de M. Buhan.

qu'ils sont très facilement fusibles au chalumeau et décomposables par les acides en faisant gelée. Ils sont à rapporter à la *tschewkinite*, surtout connue à l'état décomposée par hydratation et, par suite, plus ou moins monoréfringente. Le minéral malgache, au contraire, est anhydre. Sa transparence étant très minime, je n'ai pu que constater sa biréfringence, sa biaxie et son pléochroïsme dans les teintes brunes.

Les deux analyses suivantes ont été faites sur des échantillons *a* d'Itrongahy, *b* de l'ouest d'Ambositra :

SiO^2	18,60	22,60
TiO^2	19,30	16,10
ThO^2	0,83	0,57
Ce^2O^3	22,67	33,13
$(La, Di)^2O^3$	21,83	5,51
Al^2O^3	3,35	7,00
Fe^2O^3	1,91	2,08
FeO	8,20	4,40
MgO	0,60	1,10
CaO	3,30	7,20
	100,59	99,89
Densité	4,49	4,22

Le trait distinctif le plus frappant de ces deux minéraux réside dans l'extraordinaire richesse en cérium du second d'entre eux.

La variation de composition chimique des tschewkinites actuellement connues permet de supposer qu'il s'agit là d'une série et non pas d'un minéral unique.

L'éloignement des deux gisements d'où proviennent ces minéraux, et de ceux du Vakinankaratra et du Mandridrano, où j'ai signalé antérieurement en place des minéraux cériques, conduit à penser que ces substances sont répandues dans toutes les pegmatites de l'île et il faut s'attendre à ce que le progrès des explorations amène la découverte prochaine de nombreux autres gisements analogues. C'est ainsi que dans un lot de minéraux d'Ambatofotsikely, au nord-ouest d'Antsirabé, que je viens de recevoir de M. A. Girod, j'ai rencontré, à côté de minéraux (columbite, ampangabéite, monazite), semblables à ceux d'Ampangabé, de gros morceaux d'*orthite* (ou tout au moins d'un minéral voisin), ressemblant extérieurement à celle du sud de la Norvège; elle est remarquable par sa haute teneur en thorine (5,60 pour 100).

GÉOLOGIE. — *Résultats scientifiques de l'Excursion alpine de la « Geologische Vereinigung » : les nappes lépontines dans les Tauern.* Note de M. **Pierre Termier.**

Dans la grande *fenêtre* des Tauern, la nappe des Schistes lustrés est largement déchirée, et l'on voit, sous ces schistes, apparaître des terrains tout autres, savoir : l'étage inférieur de la *Schieferhülle du Zentralgneis*, et le *Zentralgneis* lui-même. L'étage inférieur de la Schieferhülle est formé de marbres (Hochstegenkalk), de dolomies, de quartzites, de micaschistes et de gneiss : tout cela reposant en parfaite concordance sur le Zentralgneis, lequel, bien souvent, est un véritable granite à peine orienté. Fréquemment, le système marbres-dolomies-quartzites est doublé, ou même plusieurs fois répété, avec intercalation de lames de gneiss ou de micaschistes : mais cette répétition est due à des reploiements, comme M. Sander nous l'a montré, de la façon la plus nette, au Krierkar, près de Hintertux. En réalité, la succession normale est la suivante, de haut en bas : Hochstegenkalk, dolomies, quartzites, micaschistes, gneiss schisteux, enfin Zentralgneis. Bien entendu, comme dans toute nappe, l'allure est lenticulaire. Parfois, les Schistes lustrés reposent directement sur le Zentralgneis.

De l'âge des divers termes de cette série profonde, base de la nappe des Schistes lustrés, ou nappe spéciale, on ne sait rien. Les dolomies et les quartzites paraissent bien être du Trias. Mais le Hochstegenkalk? Faut-il y voir, comme l'a proposé M. Steinmann, du Jurassique, quelque chose comme l'équivalent stratigraphique du calcaire de la Sulzfluh? On bien du Trias, comme je l'ai admis autrefois? La question restera insoluble jusqu'à la découverte d'organismes, découverte malheureusement peu probable en des sédiments aussi cristallins. Dans le premier cas, il y aurait deux nappes distinctes : celle des Schistes lustrés, et celle du Hochstegenkalk et du Zentralgneis. Dans le second cas, il pourrait n'y avoir qu'une seule nappe, où le Hochstegenkalk serait le témoin du Trias moyen. Quant aux micaschistes, aux gneiss schisteux, et au Zentralgneis lui-même, qui sont inséparables, ils représentent à mes yeux un faciès cristallophyllien, ou même un faciès granitique, du Permo-Carbonifère; ils me paraissent les équivalents des gneiss et micaschistes permo-carbonifères des Alpes occidentales (Vanoise, Levanna, Val-Grisanche, Grand-Paradis, etc.). En somme, la nappe profonde, ou le système des deux nappes profondes des

Tauern correspond, quant aux terrains, à la zone des *séries compréhensives métamorphiques*, à ce que j'ai appelé en 1903 la *zone axiale des Alpes*.

En venant des Grisons, on s'attendrait à trouver sur la nappe des Schistes lustrés, entre cette nappe et la nappe des phyllades paléozoïques du Pinzgau, toute une série de nappes lépontines, correspondant aux nappes multiples du Schams ou de la Basse-Engadine. Le plus souvent, dans les Tauern, on n'en voit qu'une. Mais cette nappe unique a des caractères changeants; et, comme elle est très ployée et *digitée*, souvent même broyée et déchiquetée, on peut se demander si elle est vraiment *unique*. Il est probable qu'il y a réellement plusieurs nappes, lenticulaires et discontinues, se remplaçant mutuellement, ou même se mélangeant et devenant indistinctes.

Au Brenner, la nappe intermédiaire (entre Schistes lustrés et phyllades paléozoïques) est la nappe des Tribulaun, formée surtout de Trias, s'enrichissant cependant à sa base, vers Gossensass, d'un étage de micaschistes, et contenant aussi du Lias (à faciès *Adnetenkalk*) dans sa partie haute. Près de Mayrhofen, à la Gschösswand, la nappe intermédiaire est faite d'un Trias peu différent de celui des Tribulaun (quartzites, marbres phylliteux, calcaires et dolomies albitifères); mais, un peu à l'Ouest de la Gschösswand, il s'y ajoute des brèches sédimentaires, très puissantes, fort semblables d'aspect à nos brèches liasiques du Briançonnais, faites surtout de galets triasiques, avec quelques rares galets de calcaire rhétien. Cela paraît être un faciès bréchoïde du Lias, bien différent du faciès Tribulaun. Ces brèches, que nous avons vues au Torjoch, se prolongent, au Nord vers la Hippoldspitze, à l'Ouest dans les Tarntaler Köpfe. La nappe qui les contient est, dans la région du Torjoch, très écrasée et très plissée; elle montre de curieux *mélanges mécaniques* de quartzites triasiques, de dolomies triasiques, de brèches liasiques. D'immenses lambeaux de ces mélanges traînent, *en recouvrement*, *sur* les phyllades paléozoïques, alors que le vrai gisement de la nappe est *sous* ces phyllades. On les croirait donc, à première vue, austro-alpins, et c'est ce que j'avais admis, en 1903 et en 1904, pour plusieurs d'entre eux, en particulier pour les Tarntaler Köpfe. Il paraît bien résulter maintenant des travaux de M. Sander que tous ces lambeaux épars de terrains mésozoïques sont lépontins.

En tout cas, il est absolument démontré qu'un régime de reploiements multipliés et d'écrasement intense affecte, entre le Brenner et Mayrhofen, les nappes lépontines et la plus basse des nappes austro-alpines. Mon impression est qu'il y a en réalité, dans cette région nord-ouest des Tauern, trois nappes intermédiaires entre Schistes lustrés et phyllades du Pinzgau, mais

discontinues, éparpillées, et parfois mélangées entre elles au point de n'être plus séparables : la plus haute serait une nappe à roches vertes, équivalent probable de la nappe rhétique des Grisons; au milieu, serait la nappe à Lias bréchoïde; à la base, tout contre les Schistes lustrés, s'étendrait la nappe des Tribulaun.

Plus à l'Est, dans la vallée de Gastein, les Schistes lustrés sont surmontés par une nappe d'un caractère très spécial, la nappe de Klamm. Bien que peu métamorphiques, ses terrains ne ressemblent, ni au Trias des Tribulaun, ni au Trias de la Gschösswand, ni au Mésozoïque des Tauern de Radstadt. Leur âge est inconnu. Ce sont surtout des calcaires (Klammkalk), habituellement gris sombre, plus rarement clairs et rubanés; il y a aussi des schistes, gris ou noirâtres, un peu sériciteux. Cette nappe de Klamm s'enfonce au Nord sous les phyllades paléozoïques, sans interposition d'aucune autre nappe.

Plus à l'Est encore, nous arrivons aux Tauern de Radstadt, dont la structure, longtemps énigmatique, paraît maintenant assez simple, grâce aux travaux d'Uhlig et de son élève M. Kober. Là, comme dans le Zillertal, des contournements et reploiements de grande amplitude introduisent dans le détail beaucoup de complications : et l'on peut se demander si l'on a affaire à une nappe unique, à digitations multipliées, ou si l'on se trouve en présence de plusieurs nappes distinctes. Pour M. Kober, aujourd'hui, il n'y a, dans cette région, qu'une nappe lépontine au-dessus de la nappe des Schistes lustrés. A cette nappe unique il donne le nom de nappe de Radstadt. Elle comprend du Trias (quartzites, dolomies et cargneules), des schistes noirs pyriteux probablement rhétiens, enfin les calcaires jurassiques, souvent marmoréens, où M. Diener a trouvé jadis des *Bélemnites*. Cette nappe de Radstadt, très plissée, parfois reployée sur elle-même, s'enfonce au Nord et à l'Est sous la plus basse des nappes austro-alpines, que M. Kober appelle nappe de Mandling. A l'Est, la nappe de Mandling est faite de gneiss, d'amphibolites, de micaschistes plus ou moins grenatifères; au Nord, elle comprend, de bas en haut, des phyllades, des quartzites très épais (Radstätterquarzite de M. Frech), des calcaires, grauwackes et schistes d'apparence paléozoïque, enfin le Trias bien connu du *Mandlingzug*. De belles fenêtres s'ouvrent çà et là, montrant la nappe de Radstadt sous la nappe de Mandling. Les mylonites sont fréquentes, allant jusqu'au mélange de terrains d'âges différents. En raison de leur nature friable, les cargneules se sont prêtées, plus que toute autre roche, à la mylonitisation; et l'on trouve souvent des cargneules broyées, empâtant des débris de marbre

jurassique. Il ne faudrait pas en conclure que les cargneules soient *toujours* des mylonites : la cargneule est une entité stratigraphique certaine, dans les Tauern comme dans toute la chaîne des Alpes.

Le seul point qui m'ait paru un peu douteux, dans cette façon d'expliquer les Tauern de Radstadt, c'est l'attribution au Paléozoïque des Radstätter-quarzite. Ces quartzites, pétrographiquement, sont identiques aux quartzites triasiques de la nappe de Radstadt : je me demande s'ils n'appartiennent pas, eux aussi, au Trias. S'il en était ainsi, on aurait une nappe lépontine de plus, intercalée entre la nappe de Radstadt et celle de Mandling.

En marchant vers le Sud, vers le Lungau et le Katschberg, on voit peu à peu la nappe de Radstadt diminuer d'épaisseur. Dès Sanct-Michael, elle n'existe plus qu'à l'état de lentilles éparses, noyées dans les micaschistes et les gneiss de la nappe austro-alpine. Les lentilles, souvent très petites, sont faites de dolomie, de calcaire, de marbre, ou de quartzite : et il y a fréquemment des mélanges de ces roches entre elles. La plupart des lentilles ne montrent que du Trias : peut-être certains marbres sont-ils jurassiques. En somme, la nappe de Radstadt, dans le Lungau, est remplacée par une *Quetschzone* (von Seidlitz), une *Mischungzone* (Zyndel), où les débris de cette nappe sont enveloppés par les roches cristallines de la nappe supérieure. Ces roches cristallines, qui enveloppent ainsi les débris du Mésozoïque de la nappe de Radstadt, sont transformées elles-mêmes en des schistes luisants, les *diaphtorites* de M. Becke; elles ont perdu tout leur feldspath, converti en séricite. Sur elles, et sans démarcation précise, on trouve, avec leurs caractères habituels, les micaschistes grenatifères et les gneiss. La *diaphtoritisation* est liée à la zone d'écrasement et de broyage, à la Mischungzone : c'est une modification chimique consécutive à l'écrasement.

Le col du Katschberg, profonde dépression qui marque l'extrémité orientale des Hohe Tauern, est ouvert dans cette Mischungzone. Aux alentours du col, et jusqu'à la cime du Tschaneck qui le domine à l'Ouest, plusieurs lentilles de Trias affleurent, au milieu des schistes diaphtoritisés. A l'Est, la Mischungzone s'enfonce, avec une inclinaison moyenne d'une trentaine de degrés, sous les vieux gneiss et les vieux micaschistes de la nappe austro-alpine; à l'Ouest, elle repose, avec la même inclinaison, sur les Schistes lustrés. Du haut du Tschaneck, nous avons eu sous les yeux le plus beau tableau qu'un tectonicien puisse rêver. La chaîne des Hohe Tauern, gneissique et granitique, hardiment découpée, descendait vers nous, comme drapée jusqu'à mi-hauteur dans sa couverture schisteuse, et venait s'abîmer sous la Mischungzone où nous étions placés. En nous retournant, nous voyions la

Mischungzone elle-même descendre, d'un mouvement pareil, sous un immense pays déprimé et ondulé, d'aspect morne, pays formé, cependant, lui aussi, de terrains cristallins, mais de terrains cristallins ployés en *carapace*. Et je ne pouvais mieux comparer cette descente majestueuse des Hohe Tauern sous la carapace des vieux gneiss et des vieux micaschistes, cette disparition d'une magnifique chaîne dans le sein d'un pays monotone, qu'à l'engloutissement d'un grand navire sous la houle indifférente.

A peu de distance au sud du Katschberg, la Mischungzone s'écrase et finit. Les derniers affleurements du Trias de la nappe de Radstadt sont à la Torscharte, au-dessus de Maltein. Dans le Maltatal, les vieux gneiss et les vieux micaschistes viennent au contact des Schistes lustrés, réduits eux-mêmes, localement, à 200^{m} d'épaisseur — alors que les mêmes Schistes lustrés ont fréquemment, dans les Tauern, plusieurs milliers de mètres de puissance apparente.

Partout, en cette région orientale des Hohe Tauern, les nappes lépontines profondes sont affectées de violents plissements. Dans le massif du Hochalm, admirablement étudié par M. Becke, une déchirure du Zentralgneis, longue de 20^{km} et large, au maximum, de 4^{km}, la *Lieserfenster*, montre, *sous ce gneiss*, le Hochstegenkalk plongeant fortement au Nord. On voit d'ailleurs, dans le Murtal, l'épaisseur du marbre : elle diminue du haut en bas de la plongée. Sous le marbre, il y a du Zentralgneis. On a affaire ici, évidemment, à un synclinal de la nappe, courbé comme la nappe elle-même, c'est-à-dire à une *digitation* (Maurice Lugeon). Si l'on suit la digitation vers son origine, ou vers le Sud, on la voit se cacher sous le gneiss : mais, un peu plus loin, au Melnikkar, le gneiss est percé par une série d'anticlinaux ramenant au jour des marbres, des quartzites et des schistes. Ce sont des replis de la digitation, dont la véritable origine est, par conséquent, plus au Sud encore.

Telles sont les nappes lépontines, depuis le Rhin à l'Ouest, jusqu'au Katschberg à l'Est. Nous les avons vu s'engloutir au Katschberg. Reparaissent-elles, plus loin vers l'Orient, par exemple au Semmring ? C'est probable ; mais il faut attendre, pour se prononcer sur ce point, l'achèvement de quelques travaux en cours. Si elles reparaissent, je doute que ce retour à la lumière s'étende jusqu'aux Schistes lustrés : ceux-ci, et *a fortiori* les nappes plus profondes, sont, je crois bien, définitivement cachés.

De cette vision d'ensemble des nappes lépontines on peut tirer deux conclusions d'ordre général :

D'abord, le *dynamo-métamorphisme* n'existe pas : ce nom doit disparaître

de la Science. Les actions dynamiques *déforment* les roches, mais ne les *transforment* pas. J'ai dit cela il y a neuf ans déjà ; mais, à cette époque, on pouvait douter encore. Aujourd'hui le doute n'est plus permis. Dans les nappes les plus écrasées, les plus laminées, les terrains qui, avant leur *mise en nappe*, n'étaient pas métamorphiques, ne le sont pas devenus ; toutes leurs roches sont demeurées reconnaissables. Les nappes à terrains métamorphiques sont issues d'un pays où, avant le plissement, le *métamorphisme régional* avait fait son œuvre. Certains phénomènes chimiques (développement de la séricite, cristallisation du quartz) sont, sans doute, facilités par l'écrasement : mais ils sont loin d'aller jusqu'au vrai métamorphisme, qui est une transformation complète de la roche en une autre roche définie.

La deuxième conclusion, c'est que, dans les pays de nappes, le rôle géologique des mylonites est encore beaucoup plus important que nous ne supposions. Il n'y a guère que cinq ou six ans qu'on a signalé des mylonites dans les Alpes. C'est M. von Seidlitz qui, le premier, a appelé l'attention sur leur fréquence, et même leur constance à la base de certaines nappes. Maintenant, on les trouve partout : et l'on n'en est plus seulement aux mylonites de roches, on en arrive aux *mylonites de nappes*, c'est-à-dire au mélange, sur des centaines de mètres d'épaisseur, des débris de plusieurs nappes.

L'Excursion ne nous a conduits, ni jusqu'au *bord alpino-dinarique*, ni même jusqu'à la zone des racines des nappes. Dans cette zone et sur ce bord, il reste encore beaucoup à faire. De toutes les questions de la tectonique alpine, celle des rapports des Alpes avec les Dinarides, celle de savoir si les Dinarides sont bien passées sur les Alpes, en *traîneau écraseur*, comme je le prétends depuis neuf ans, est la plus urgente et la plus passionnante. Je demande avec confiance à mes jeunes confrères d'Autriche de consacrer à ce grand problème le meilleur de leurs efforts.

PHYSIQUE. — *Sur la théorie cinétique des gaz ionisés et le principe de Carnot.* Note de **M. Gouy.**

La théorie des gaz ionisés dans un champ magnétique conduit à une conséquence assez singulière, qui met en cause le principe de Carnot.

Considérons un gaz, maintenu adiabatiquement à une température telle qu'une très petite fraction de ses molécules soit décomposée en ions des

deux signes (¹). Soit $\varepsilon = \pm e$ la charge d'un ion et m sa masse. Un champ magnétique uniforme H a pour direction Oz (²). Soit P la projection de l'ion sur le plan xOy, et soit v la valeur absolue de la vitesse du point P. Si l'ion n'est soumis qu'à la force produite par le champ H, le point P décrit, avec la vitesse angulaire $\omega = \frac{eH}{m}$, un cercle dont le centre C est fixe, et dont le rayon $r = \frac{v}{\omega}$.

Si d'autres forces f se joignent à la précédente, la trajectoire du point P se modifie. Le point C est défini à chaque instant comme le centre du cercle que le point P décrirait, si les forces f cessaient d'agir, et se trouve donc sur la normale à la trajectoire et à la distance $\frac{v}{\omega}$ du point P. Soient x, y les coordonnées du point C, et φ, χ les composantes des forces f. On démontre aisément les relations

$$\frac{dx}{dt} = \frac{\chi}{\varepsilon H}, \qquad \frac{dy}{dt} = -\frac{\varphi}{\varepsilon H}. \tag{1}$$

Supposons qu'il n'y ait pas de champ électrique, et que les forces f ne comprennent que le poids mg de l'ion, agissant suivant Ox, et les forces qui s'exercent aux rencontres de l'ion avec les molécules (³). Si ces rencontres n'existaient pas, on aurait, d'après (1),

$$\frac{dx}{dt} = 0, \qquad \frac{dy}{dt} = -\frac{mg}{\varepsilon H}. \tag{2}$$

Soit θ la durée moyenne de l'intervalle entre deux rencontres. Si $\omega\theta$ est très petit, les rencontres compensent l'action de la pesanteur, et le point C a une vitesse moyenne insensible; mais si $\omega\theta$ est grand, l'effet des rencontres devient au contraire négligeable. En effet, le déplacement du point C entre deux rencontres est $\frac{g\theta}{\omega}$. La rencontre peut, au plus, déplacer le point C de $\frac{v_1 + v_2}{\omega}$, en appelant v_1 et v_2 les valeurs de v avant et après la rencontre. Remarquons que v garde sensiblement la même valeur dans l'intervalle de

(¹) L'ion négatif peut être un électron, mais cela n'est pas nécessaire.

(²) Les axes sont *à droite*, comme d'habitude.

(³) L'ion peut aussi être soumis à des forces électrostatiques locales, émanées des autres ions quand il s'en rapproche, et aussi à des forces résultant de ses rencontres avec ces ions, mais nous regarderons les ions comme assez rares pour qu'il n'y ait pas lieu d'en tenir compte.

deux rencontres, quel que soit θ, si $\frac{g}{\omega}$ est petit, ce que nous supposerons, excluant ainsi les champs très faibles. On peut remplacer v_1 et v_2 par la valeur moyenne v_m de v.

L'effet des rencontres sera donc négligeable si $g\theta$ est grand vis-à-vis de v_m ([1]), qui reste inférieure à la vitesse moyenne de l'ion, celle-ci étant elle-même limitée par la condition que l'énergie cinétique moyenne de l'ion soit égale à celle des molécules.

Remarquons maintenant qu'en appelant x', y' les coordonnées de l'ion, on peut écrire :

$$(3) \qquad \text{moy.}\frac{dx'}{dt} = \text{moy.}\frac{dx}{dt}, \qquad \text{moy.}\frac{dy'}{dt} = \text{moy.}\frac{dy}{dt},$$

si les moyennes sont prises dans un intervalle T suffisamment grand, car l'erreur commise ne peut dépasser $\frac{2r}{T}$.

En résumé, abstraction faite des rencontres, la pesanteur combinée avec le champ magnétique uniforme imprime aux ions un moyen mouvement qui est perpendiculaire à ces deux vecteurs, et *dont le sens est opposé pour les ions des deux signes*. Les rencontres avec les molécules annulent ce mouvement quand le gaz est très dense, mais leur effet tend vers zéro à mesure que la raréfaction du gaz fait croître $\omega\theta$ sans limite.

Ces mouvements de sens inverse des ions des deux signes constituent un courant électrique, qui, pour un gaz raréfié et un champ suffisant, vaut donc $\frac{g}{H}\Sigma m$ par unité de section, Σm étant la masse totale des ions des deux signes par unité de volume.

Supposons maintenant que l'enveloppe isolante qui contient le gaz soit un grand cylindre, dont les bases, normales à Oy, sont garnies intérieurement de plaques métalliques p et p'. Le courant qui traverse chaque section droite du cylindre fera accumuler des charges de signes opposés sur p et p', jusqu'à ce que le champ électrique ainsi créé puisse compenser l'action qui nous occupe ([2]). Si nous venons alors à relier p et p' par un fil

---

([1]) Il suffit en réalité que $\omega\theta$ soit supérieur à quelques unités, mais nous n'avons pas besoin ici de faire appel à cette proposition, moins aisée à établir. Nous sommes du reste en droit d'attribuer à θ des valeurs aussi grandes que nous le voudrons, puisque l'ion *ne tombe pas* entre deux rencontres.

([2]) Cette compensation ne peut avoir lieu que grâce aux rencontres; en effet, dans leur intervalle, le déplacement du point C produit par le champ électrique est le

conducteur, p et p' se déchargeront à travers ce fil, et ce courant sera capable de produire un certain travail extérieur; le même jeu pourra être reproduit indéfiniment ([1]).

Ces déductions de la théorie cinétique sont en contradiction avec le principe de Carnot ([2]). On doit donc se demander si ce principe est ici en défaut, ou bien s'il faut renoncer à la notion de gaz ionisé par la seule élévation de température.

Avec la réserve qu'impose une telle question, on peut préférer la première alternative, parce que la seconde paraît difficile à concilier avec les faits d'expérience, et surtout parce que nous voyons ici clairement la raison de la dérogation au principe de Carnot. Elle se trouve dans ce fait que l'action simultanée de la pesanteur et du champ magnétique uniforme imprime aux ions des mouvements qui, dans une certaine mesure, sont *coordonnés*, contrairement au caractère normal de l'agitation thermique. Le champ magnétique joue le rôle du démon de Maxwell, qui, sans fournir d'énergie, exerce sur les particules une action directrice et sélective, les faisant ainsi échapper à la loi statistique qui constitue le second principe de la Thermodynamique.

BOTANIQUE AGRICOLE. — *De l'influence de la castration mâle, femelle et totale sur la formation du sucre dans les tiges du Maïs et du Sorgho sucré.* Note de M. **Édouard Heckel.**

On connaît les effets de la castration mâle et femelle sur les animaux supérieurs. Elle se traduit, entre autres modifications apportées dans l'orga-

même pour les ions des deux signes. Il en résulte que la différence de potentiel finale entre p et p' doit être d'autant plus grande que le gaz est plus raréfié; dans ce cas v peut devenir très grand.

([1]) En effet, dans la théorie cinétique, les ions ne peuvent s'épuiser, étant sans cesse reproduits par la décomposition des molécules, qu'ils reconstituent ensuite en se recombinant au hasard de leurs rencontres.

([2]) On peut envisager un autre cas analogue, mais indépendant de la pesanteur. Dans un champ magnétique non uniforme, les particules électrisées décrivent des courbes à boucles (étudiées et photographiées par M. Villard avec les électrons), d'où résulte un mouvement d'ensemble dans un sens déterminé. Ce sens est inverse pour les particules positives et négatives, et le résultat final est analogue au précédent, quoique plus complexe comme formules. C'est l'inégalité du champ qui joue le rôle rempli par la pesanteur, le mouvement de l'ion lui donnant des propriétés diamagnétiques.

nisme de l'animal ainsi traité, par l'accumulation de matières adipeuses de réserve dans les divers tissus. Sauf la castration parasitaire, dont Giard a fait une étude spéciale au point de vue morphologique, on connaît moins l'influence qu'exerce cette mutilation sur les organismes végétaux. Toutefois, Stewart, chimiste américain, en enlevant, au moment de la lactescence des graines, les épis femelles de Maïs, a constaté la formation d'une réserve importante de sucre dans les plantes ainsi traitées et la diminution du revêtement vernissé de nature siliceuse qui recouvre les tiges. Il a pu ainsi obtenir 91^{kg} de saccharose à la tonne de tiges de Maïs, si bien que, d'après divers journaux d'Agriculture tropicale, cette innovation aurait donné naissance à une nouvelle industrie agricole et permis la création d'usines sucrières en Pensylvanie et à Cuba.

J'ai pu, l'an dernier, vérifier les faits découverts par Stewart, en les appliquant à une variété très développée de Maïs (le *Maïs géant de Serbie*) à Marseille même, au Jardin botanique, et les analyses faites à la raffinerie de Saint-Louis, par M. Arnoux, ont établi que les tiges de ce Maïs géant contenaient 100^{kg} de saccharose à l'hectare. L'année 1911 fut, on le sait, très chaude, et la production en sucre s'en est sans doute ressentie, comme on le verra par l'exposé qui va suivre. Cette année, j'ai poursuivi mes recherches en les modifiant : j'ai pensé que la castration complète, c'est-à-dire portant sur les inflorescences mâles et femelles, à la fois, donnerait un meilleur rendement et j'ai tenu à établir ces résultats en les comparant dans les tiges normales, dans les tiges à castration femelle simple et enfin dans celles à castration mâle simple. Ce sont ces résultats obtenus en 1912 que je viens faire connaître à l'Académie, mais non sans avoir fait remarquer que l'été fut cette année presque froid, même dans le midi de la France, et que les conditions, de ce fait, furent des moins favorables pour le but que je cherchais à atteindre. Néanmoins, la comparaison des résultats obtenus dans des conditions telluriques et climatériques identiques, et pour la même variété de Maïs, permettront de mettre en évidence l'influence de ces mutilations diverses sur la formation du sucre. Mêmes observations comparées de castration complète ont été faites sur le Sorgho sucré.

Une première coupe de Maïs ainsi diversement traité a été faite et le jus extrait a été analysé, le 10 août dernier, par M. Arnoux : elle a donné les résultats suivants sur 100^{cm^3} de jus :

	Témoin non mutilé.	Castration femelle.	Castration mâle.	Castration complète.
Saccharose	4,08	3,97	3,61	8,14
Dextrose	1,28	1,24	1,37	1,38
Lévulose	0,75	0,79	0,95	0,78

Le 16 août, une nouvelle coupe de tiges a donné les résultats suivants à l'analyse :

	Témoin non mutilé.	Castration femelle.	Castration mâle.	Castration complète.
Saccharose	5,38	9,27	5,52	11,45
Lévulose et dextrose	1,76	1,52	1,82	0,79

Le 30 août, une nouvelle coupe :

	Témoin non mutilé.	Castration femelle.	Castration mâle.	Castration complète.
Saccharose	5,10	11,20	6,19	11,98
Lévulose et dextrose	1,40	1,20	1,50	1,20

Le 19 septembre, nouvelle coupe :

	Témoin non mutilé.	Castration femelle.	Castration mâle.	Castration complète.
Saccharose	7,19	10,47	9,68	10,88
Lévulose et dextrose	1,83	1,17	1,32	1,32

Le 9 octobre, nouvelle coupe :

	Témoin non mutilé.	Castration femelle.	Castration mâle.	Castration complète.
Saccharose	5,57	9,90	4,37	9,22
Lévulose et dextrose	0,96	1,11	0,84	1,32

La même opération (castration complète, la fleur étant hermaphrodite), c'est-à-dire l'enlèvement de l'inflorescence dès son apparition, a été pratiquée sur des tiges de Sorgho sucré et a donné, le 30 août, les résultats suivants pour 100$^{cm^3}$ de jus :

	Sorgho témoin non châtré.	Sorgho châtré.
Saccharose	7,18	11,87
Lévulose et dextrose	3,53	3,03

Une autre coupe de Sorgho sucré a été faite le 28 septembre et a donné les résultats suivants :

	Sorgho	
	témoin non châtré.	châtré.
Saccharose	10,94	13,70
Lévulose et dextrose	3,53	4,46

Nouvelle récolte le 9 octobre :

	Sorgho		
	sucré témoin.	sucré châtré.	à balai non châtré.
Saccharose	7,35	12,19	6,30
Lévulose et dextrose	2,20	1,06	1,47

Pour le Maïs, il résulte de ces diverses analyses : 1° que la castration complète a donné, au point de vue de la richesse en saccharose, certainement un meilleur résultat que les deux autres castrations (femelle et mâle séparément); 2° que l'enrichissement en sucre par la castration mâle simple a donné à elle seule des résultats en saccharose bien sensibles (par comparaison avec le témoin) à partir d'août et un peu moins en septembre; que, par suite, son effet se démontre nettement et par la richesse saccharine sur les tiges châtrées mâles et par celle sur les tiges châtrées totalement; 3° qu'à partir de septembre (diminution bien marquée de la chaleur atmosphérique cette année), la richesse en saccharose tend à disparaître et le rendement à s'égaliser dans les trois modes de mutilation; 4° que les quantités de glucose (lévulose et dextrose) sont moins prononcées dans les plantes châtrées que dans les témoins, mais tendent à augmenter dans les châtrés totaux à partir de septembre; 5° enfin, que la plus grande richesse en saccharose est très marquée dans la coupe de châtrés complets faite le 30 août.

Pour le Sorgho sucré, les tiges coupées et analysées le 30 août ont donné, dans les châtrés, une différence sensible comme richesse en saccharose, et il n'est pas douteux que cette mutilation apporte un très simple procédé recherché inutilement jusqu'ici par les agriculteurs pour augmenter sensiblement la richesse en saccharose dans cette plante. C'est un point assez important, puisque la teneur en saccharose passe de 10,94 pour 100 dans le témoin à 13,70 dans le châtré (récolte de fin septembre).

Mais à côté de ces avantages, il est bon de signaler un fait qui, au point de vue industriel, a aussi son importance dépréciante. Aussi bien dans les

Maïs que dans les Sorghos mutilés par castration, les jus provenant des tiges pressées renferment une proportion d'amidon relativement considérable, surtout chez les maïs châtrés femelles et chez les châtrés complets. Les jus issus des plantes non privées des épis femelles (castration mâle) n'en contenaient que des traces. Sur le Sorgho, où la castration ne peut être que complète (on a enlevé toutes les inflorescences), la même observation a été faite par comparaison avec les témoins. Cet amidon nettement caractérisé se rassemble en dépôt blanc important au fond des récipients dans lesquels les jus sont mis au repos. En outre les grains d'amidon étaient de forme sphérique et de dimensions moindres ($\frac{1}{8}$ degré) que celles de l'amidon normal du Maïs. En dehors de la matière amylacée, les mêmes jus renferment une faible proportion de matière soluble donnant avec l'iode la réaction de la dextrine. La réserve d'amidon, dans la tige des plantes châtrées et devenues plus riches en saccharose, constitue un fait qui, en dehors du déchet qu'il entraîne pour le rendement saccharin, apporte, au point de vue industriel, une source de grandes difficultés pour la réalisation de la défécation et de la cristallisation. On pourrait peut-être y remédier en laissant un épi femelle sur chaque pied (dans la castration complète), à côté de quelques plantes châtrées femelles seulement, qui joueraient le rôle de mâle pour les châtrés complets environnants, en permettant ainsi la fécondation des épis femelles non enlevés. Pour le Sorgho sucré, cette conséquence de la castration complète pourrait peut-être être évitée aussi en laissant quelques fleurs sur l'inflorescence.

Éclairé par ces résultats, j'entreprendrai dès l'année prochaine ces diverses expériences.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la désignation d'un Membre du Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique, en remplacement de M. *Henri Poincaré*, décédé.

M. H. Le Chatelier réunit la majorité des suffrages.

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Gale (1912 a), faites à l'équatorial Brünner de l'Observatoire de Lyon.* Note de M. J. GUILLAUME, présentée par M. B. Baillaud.

Dates. 1912.	Temps moyen de Lyon.	Δα.	Δδ.	Nombre de compar.	α appar.	Log. fact. parallaxe.	δ appar.	Log. fact. parallaxe.	⋆.
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Oct. 9...	7.13.48	−1.32,64	+10. 5,9	12:12	15.36.37,92	+9,593	+ 3.56.29,5	+0,787	*a*
» 10...	6.39.48	+0.14,92	−16.52,5	12:12	15.38.20,32	+9,570	+ 5. 1.45,0	+0,779	*b*
» 12...	6.42.28	+0.26,63	−15.17,7	12:12	15.41.34,95	+9,578	+ 7.11.34,4	+0,771	*c*
» 14...	7. 1.32	−0.16,31	− 3.36,1	10:10	15.44.30,78	+9,584	+ 9.15.43,7	+0,763	*d*
» 15...	6.12.15	+0.17,54	+ 3.44,9	10:10	15.45.51,32	+9,560	10.14.35,1	+0,750	*f*
» 15...	6.19.15	+0.43,46	− 5.40,9	10:10	15.45.52,08	+9,576	10.15. 9,5	+0,756	*g*

Position des étoiles de comparaison.

⋆.	α moyenne 1912,0.	Réduction au jour.	δ moyenne 1912,0.	Réduction au jour.	Autorités.
	h m s	s	° ′ ″	″	
a.......	15.38. 9,49	+1,07	3.46.30,7	−7,1	A.G. Albany, 5265.
b.......	15.38. 4,35	+1,05	5.18.44,4	−6,9	A.G. Leipzig II, 7048.
c.......	15.41. 7,29	+1,03	7.26.58,7	−6,6	A.G. Leipzig II, 7076.
d.......	15.44.46,09	+1,00	9.19.26,1	−6,3	Rapportée à *e*.
e.......	15.47.15,86		9.30. 5,0		A.G. Leipzig II, 7099.
f.......	15.45.32,79	+0,99	10.10.56,5	−6,3	A.G. Leipzig I, 5511.
g.......	15.45. 7,64	+0,98	10.20.56,7	−6,3	A.G. Leipzig I, 5509.

Remarques. — Le 9, une brume épaisse gêne, et vers les derniers pointés, elle éteint, presque complètement, l'étoile de comparaison. La comète est circulaire, avec condensation centrale autour d'un noyau stellaire; l'éclat total à la lunette est d'environ 8e grandeur.

Le 10, ciel moins brumeux. A la lunette, la comète présente une nébulosité d'environ 3′ de diamètre, avec condensation centrale autour d'un noyau stellaire de 9gr,2; éclat total 8e grandeur; queue naissante, très faible, orientée vers 72°. Au chercheur, la comète est sensiblement du même éclat que l'étoile BD + 5°,3072 qui est d'environ 6e grandeur. La couverture très rapide du ciel, par un stratus épais, a empêché de faire une comparaison de l'éclat de cette étoile : dans BD, elle est indiquée 6gr,7; dans la photométrie d'Harvard College, 5gr,47; dans celle de Potsdam, 5gr,95, blanche; mais dans A.G. Leipzig II, elle est donnée de 8gr,0, bleuâtre. C'est vraisemblablement une étoile du type Algol que les observateurs de Leipzig ont été les premiers à voir à

son minimum. Elle ne figure pas dans le Catalogue d'étoiles variables de l'*Annuaire du Bureau des Longitudes pour* 1909, ni dans le Catalogue pour 1912 de M. E. Hartwig. Les positions moyennes sont :

Pour 1855,0.......	α 15h38m14s	δ + 5°53′,7
Pour 1900,0.......	15h40m27s	+ 5°45′,7

Le 12, l'aspect de la comète est sensiblement le même que celui du 10; queue très faible d'environ 20′, orientée vers 75°. A l'œil nu, la comète se discerne comme une étoile de 5gr,5 à 6e grandeur; elle est un peu plus brillante que l'étoile BD + 5,3072 que, par comparaison à d'autres étoiles, j'estime de 6gr,1.

Le 14, queue d'environ 40′ orientée vers 69°. L'étoile BD + 5°,3072 a toujours son éclat d'environ 6gr,1.

Le 15, à l'œil nu, la comète se discerne comme une étoile de 5gr,5. A la lunette, la queue, orientée vers 72°, est moins apparente que la veille, à cause de l'éclairement de la Lune. Noyau stellaire de 10e grandeur, éclat total d'environ 8gr. L'étoile BD + 5,3072 est sans changement.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète* 1912 *a Gale, faites à l'Observatoire de Marseille, au chercheur de comètes.* Note de M. **Borrelly**, présentée par M. B. Baillaud.

Comète 1912 *a* Gale.

Dates. 1912.	Temps moyen de Marseille.	Différence en Æ.	Différence en ℘.	Nombre de compar.	Æ apparente.	Log. fact. parall.	Dist. polaire apparente.	Log. fact. parall.	★.
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Oct. 4.....	6.41.56	−0.53,91	−14.53,8	6:6	15.26.23,16	$+\bar{1}$,577	−2. 1. 0,1	+0,786	*a*
» 5.....	7. 3.15	+0.13,94	+ 7.37,5	7:7	15.28.40,95	+1,597	−0.45.47,3	+0,781	*b*

Position des étoiles de comparaison.

★.	Gr.	Æ moyenne 1912,0.	Réduction au jour.	Dist. polaire moyenne 1912,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
a.......	8,3	25.27.15,98	+1,09	−1.45.59,1	− 7,2	3942, Nicolajek, A.G.
b.......	6,2	15.28.25,92	+1,09	−0.53.17,4	− 7,4	3947, Nicolajek, A.G.

Remarques. — Le 4, la comète est brillante, étendue, d'apparence globulaire, une petite queue se montre à l'opposé du Soleil.

Le 5, la comète est brillante, étendue, plus étalée que la veille; elle offre l'aspect d'une belle nébuleuse résoluble.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Gale (1912 a) faites à l'Observatoire de Besançon (équatorial coudé de* $0^m,33$ *d'ouverture).* Note de M. **P. Chofardet**, présentée par M. B. Baillaud.

Dates. 1912.	Temps moyen de Besançon.	ΔÆ.	Δ℘.	Nombre de compar.	Æ apparente.	Log. fact. parallaxe.	℘ apparente.	Log. fact. parallaxe.	★
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Sept. 27......	7. 0.43	+0.29,61	+3.47,2	6: 3	15. 7. 3,70	9,567	101.12.17,0	$0,835_n$	*a*
Oct. 5......	6.52. 5	+0.12,25	−6.47,0	9: 6	15.28.39,29	9,561	90.46.38,4	$0,818_n$	*b*
» 9......	6.23.37	+1.56,04	−8.36,5	12: 8	15.36.34,04	9,541	86. 6.10,0	$0,795_n$	*c*
» 10......	6.38. 6	−1.28,09	−4. 4,7	9: 9	15.38.19,88	9,559	84.58.31,4	$0,793_n$	*d*
» 11......	6.28.25	−5.54,57	+6.37,2	9:12	15.39.58,76	9,552	83.53.24,0	$0,785_n$	*e*
» 12......	6.14.37	+2.58,28	−0.24,2	9:12	15.41.32,75	9,540	82.49.52,7	$0,780_n$	*f*

Positions des étoiles de comparaison.

★	Gr.	Æ moyenne, 1912,0.	Réduction au jour.	℘ moyenne, 1912,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
a......	7,8	15. 6.32,97	+1,12	101. 8.19,4	+10,4	18775 $Paris_3$
b......	6,2	15.28.25,93	+1,11	90.53.17,4	+ 8,0	3947 A.G. Nicolajew
c......	7,5	15.34.36,94	+1,06	86.14.39,3	+ 7,2	5253 A.G. Albany
d......	8,2	15.39.46,91	+1,06	85. 2.29,2	+ 6,9	5271 A.G. Albany
e......	8,3	15.45.52,27	+1,06	83.46.40,3	+ 6,5	7095 A.G. Leipzig II
f.	7,8	15.38.33,45	+1,02	82.50.10,2	+ 6,7	7056 A.G. Leipzig II

Remarques. — Le 27 septembre, malgré une forte lune, la comète est bien observable. Elle apparaît avec une tête ronde de 1′ de diamètre et une condensation ou noyau central bien prononcé, mais nébuleux.

Le 5 octobre, l'éclat global de la comète est estimé de 6e à 7e grandeur.

Les 10 et 11 octobre, le noyau est toujours bien apparent, mais la chevelure s'étale vers l'Est et paraît se prolonger comme pour la formation d'une queue.

Le 12 octobre, bien que le ciel soit beau, la comète apparaît avec moins d'éclat que les jours précédents.

ASTRONOMIE. — *Sur l'orientation des équatoriaux photographiques.* Note de M. **Ernest Esclangon**, présentée par M. P. Puiseux.

L'orientation de l'axe polaire des équatoriaux photographiques est souvent obtenue ou vérifiée de la manière suivante : on s'assure qu'au voisinage du méridien et de part et d'autre, une étoile de déclinaison moyenne, parmi

celles que l'on aura à considérer (par exemple pour la Carte du Ciel), est suivie aussi exactement que possible par l'instrument, sans rappel en déclinaison. Il est clair que le pôle instrumental ainsi défini n'est autre que le pôle du cercle céleste osculateur à la trajectoire apparente (c'est-à-dire modifiée par la réfraction) de l'étoile considérée.

Cette orientation est défectueuse en principe, *au point de vue photographique*, ainsi qu'il résultera de ce qui suit :

Le pôle du cercle osculateur à la trajectoire apparente d'une étoile de déclinaison δ et sous l'angle horaire H a pour cosinus directeurs

$$(1)\quad \left\{\begin{aligned} \alpha_1 &= \cos\varphi - \varepsilon \sin^2\varphi \cos\varphi \frac{(\sin\delta\sin\varphi + \cos\delta\cos\varphi\cos H + \cos\delta\cos\varphi\sin H\sin 2H)}{(\sin\delta\sin\varphi + \cos\delta\cos\varphi\cos H)^3}, \\ \beta_1 &= \qquad - \varepsilon \frac{2\sin\varphi\cos^2\varphi\sin^3 H}{(\sin\delta\sin\varphi + \cos\delta\cos\varphi\cos H)^3}, \\ \gamma_1 &= \sin\varphi + \varepsilon \sin\varphi\cos^2\varphi \frac{(\sin\delta\sin\varphi + \cos\delta\cos\varphi\cos H + \cos\delta\cos\varphi\sin H\sin 2H)}{(\sin\delta\sin\varphi + \cos\delta\cos\varphi\cos H)^3}; \end{aligned}\right.$$

φ est la latitude, ε la constante de la réfraction; l'axe Ox est la projection sur l'horizon de la droite allant de l'origine au pôle, l'axe Oy un axe horizontal dirigé vers l'Est, l'axe Oz la verticale.

Pour $H = 0$, le pôle ainsi défini est dans le méridien, et sa hauteur au-dessus de l'horizon est égale à

$$(2)\qquad \varphi + \varepsilon \frac{\sin\varphi\cos\varphi}{\cos^2(\varphi - \delta)}.$$

Au lieu d'envisager seulement la trajectoire apparente d'une étoile, considérons un petit élément de surface σ entourant une étoile E, élément qui se trouve déformé par la réfraction. En vertu du mouvement diurne, cet élément se *déplace* et se *déforme* d'une manière continue. Or on peut passer d'une conformation à la conformation infiniment voisine, par une *rotation* autour d'un axe déterminé *passant par le centre* O *de la sphère céleste*, suivie d'une *déformation pure* (au sens habituel employé dans la cinématique des milieux continus). Cet axe de rotation coupe la sphère céleste en un point qu'on pourra appeler le *pôle apparent* relatif à l'élément σ; ses cosinus directeurs sont égaux à

$$(3)\quad \left\{\begin{aligned} \alpha_2 &= \cos\varphi - \varepsilon \sin\varphi\cos\varphi \frac{(\sin\varphi + \sin\delta\cos\delta\cos\varphi\cos H - \sin\varphi\cos^2\delta\cos^2 H)}{(\sin\delta\sin\varphi + \cos\delta\cos\varphi\cos H)^2}, \\ \beta_2 &= \qquad - \varepsilon \cos\delta\cos\varphi\sin H \frac{(\sin\delta\cos\varphi - \cos\delta\sin\varphi\cos H)}{(\sin\delta\sin\varphi + \cos\delta\cos\varphi\cos H)^2}, \\ \gamma_2 &= \sin\varphi + \varepsilon\cos^2\varphi \frac{(\sin\varphi + \sin\delta\cos\delta\cos\varphi\cos H - \sin\varphi\cos^2\delta\cos^2 H)}{(\sin\delta\sin\varphi + \cos\delta\cos\varphi\cos H)^2}. \end{aligned}\right.$$

C'est ce pôle qui se substitue en quelque sorte au pôle céleste relativement au mouvement de l'élément σ, abstraction faite de la déformation pure.

Pour $H = 0$, le pôle apparent se trouve dans le méridien, et à une hauteur au-dessus de l'horizon égale à

$$\varphi + \varepsilon \frac{\sin\delta \cos\varphi}{\cos(\varphi - \delta)}. \tag{4}$$

Considérons maintenant un équatorial photographique; les clichés étant obtenus à la manière habituelle, c'est-à-dire en *suivant* une étoile guide par des mouvements continus de rappels en ascension droite et déclinaison. Cette condition du « suivage » entraîne quelques conséquences importantes et particulières.

Supposons l'axe polaire instrumental dirigé vers un point quelconque du ciel, d'angle horaire h et de distance polaire λ (λ restant petit). Sur le cliché les images se déplacent d'une manière continue au cours de la pose, sauf celle de l'étoile guide.

On passe d'une distribution des images à la distribution infiniment voisine, par une *rotation* ρ' autour de l'image de l'étoile guide, suivie d'une *déformation pure*.

Celle-ci est *invariante et indestructible*, *elle ne dépend pas de l'orientation instrumentale* et subsistera toujours. Quant à la rotation ρ' elle sera nulle, pour une infinité d'orientations de l'axe polaire instrumental; mais parmi toutes les orientations possibles qui annulent ρ' il en existe une *qui annule* ρ', *non seulement à l'instant considéré*, *mais aussi aux instants voisins* ([1]).

Cette orientation idéale définira *le pôle photographique* correspondant à l'élément σ. L'angle horaire h et la distance polaire λ de ce pôle seront

([1]) La sphère céleste étant supposée tourner autour d'un pôle P, et l'axe polaire instrumental dirigé vers un autre point Q; la rotation de déformation continue d'un élément de surface entourant une étoile E sera nulle, si l'angle sphérique $\widehat{PEQ}$, variable lorsque E se déplace en vertu du mouvement diurne, passe par un maximum ou un minimum pour la position actuelle de l'étoile E. Cette position étant donnée, on trouve que le point Q doit être sur une certaine courbe C (intersection de la sphère avec un cône du second degré de centre O), courbe qui passe par P, normale en ce point à l'arc de grand cercle EP. Si maintenant P désigne le pôle apparent correspondant à chaque position E sur la trajectoire décrite par l'étoile, les courbes C correspondantes ont une enveloppe; le point où la courbe C touche son enveloppe est le *pôle photographique*.

donnés par

$$(5)\quad \left\{ \begin{aligned} &\tang(H-h) = \sin H \frac{(\sin^2\varphi \sin^2\delta - 2\cos^2\varphi \cos^2\delta - \sin\varphi \cos\varphi \sin\delta \cos\delta \cos H)}{(\sin\varphi \sin\delta + \cos\varphi \cos\delta \cos H)(\cos\varphi \cos\delta + \sin\varphi \sin\delta \cos H)}, \\ &\lambda = \varepsilon \sin\delta \cos\varphi \frac{\sqrt{\begin{array}{l}(\cos\varphi\cos\delta + \sin\varphi \sin\delta \cos H)^2 (\sin\varphi \sin\delta + \cos\varphi \cos\delta \cos H)^2 \\ + \sin^2 H (\sin^2\varphi \sin^2\delta - 2\cos^2\varphi \cos^2\delta - \sin\varphi \cos\varphi \sin\delta \cos\delta \cos H)^2\end{array}}}{(\sin\varphi \sin\delta + \cos\varphi \cos\delta \cos H)^3} \end{aligned} \right.$$

Pour $H = 0$, ce pôle est dans le méridien, et sa hauteur au-dessus de l'horizon égale à

$$(6)\qquad \varphi + \varepsilon \frac{\sin\delta \cos\varphi}{\cos(\varphi - \delta)}.$$

En dehors du méridien, les trois pôles successivement définis sont distincts; *au méridien, le pôle photographique coïncide toujours avec le pôle apparent correspondant au mouvement déformé de l'élément superficiel* σ, mais non avec le pôle du cercle osculateur à la trajectoire, sauf toutefois pour $\delta = \varphi$ ou $\delta = \frac{\pi}{2}$, c'est-à-dire au zénith ou au pôle même.

Au méridien en particulier et pour des étoiles de déclinaison moyenne donnée, il existe ainsi une orientation idéale et déterminée au point de vue photographique, c'est en quelque sorte celle qui donne lieu à la déformation continue minimum.

Les erreurs d'orientation les plus défavorables, par rapport à cette orientation idéale, sont les erreurs en hauteur; de faibles erreurs en azimut restant presque indifférentes.

L'influence des erreurs d'orientation dépend de la déclinaison δ et de la latitude φ du lieu; une étude plus complète montre que, dans les longues poses, même l'erreur qui provient de la confusion du pôle photographique avec le pôle du cercle osculateur n'est pas pratiquement négligeable dès qu'on s'éloigne du zénith.

GÉOMÉTRIE. — *Sur les systèmes conjugués.* Note de M. A. **Petot.**

Les théorèmes sur les courbes et les surfaces, auxquelles sont imposées des conditions déterminées, s'obtiennent d'ordinaire par la méthode déductive; mais il peut se faire qu'on les établisse directement, et alors la question se pose de chercher, cette fois par induction, de quelles propriétés générales des courbes et des surfaces ils sont une interprétation particulière. Je vais résumer dans cette Note les résultats que j'ai obtenus dans cette

voie, en partant du théorème bien connu suivant [1] : En chaque point d'une géodésique d'une surface développable, le rapport de la première à la seconde courbure de cette ligne est égal à la tangente de son inclinaison sur la génératrice correspondante de la surface.

Comme cette génératrice est conjuguée à toutes les directions prises sur le plan tangent, on est amené à penser qu'il doit exister, en chaque point d'une surface quelconque, une relation entre l'angle α de deux directions conjuguées et les éléments infinitésimaux des géodésiques tangentes à ces directions. Pour trouver cette relation, on peut, sans restreindre la généralité du sujet, considérer sur la surface un système de coordonnées rectangulaires, prendre les arêtes Mx et My du trièdre mobile tangentes aux lignes (v) et (u), et calculer l'angle α pour les premières, qui sont effectivement des lignes quelconques.

On obtient d'abord, avec les notations ordinaires,

$$\tag{1} \operatorname{tang}\alpha = \frac{q}{p};$$

puis, en utilisant les expressions des rotations données par M. Darboux au paragraphe 507 de son *Cours*, on en déduit la formule

$$\tag{2} \operatorname{tang}\alpha = \frac{\tau_g}{\rho_n},$$

où l'on désigne par $\frac{1}{\rho_n}$ et $\frac{1}{\tau_g}$ la courbure normale et la torsion géodésique, évaluées suivant la tangente Mx à la ligne (v).

De là ce théorème : Si l'on considère, en tout point d'une surface quelconque, les deux géodésiques tangentes à deux directions conjuguées, le rapport de la première à la seconde courbure a pour ces deux lignes la même valeur, égale à la tangente de l'angle de ces directions.

On reconnaît ici, en particulier, pour $\alpha = \frac{\pi}{2}$ et $\alpha = 0$ la propriété de la tension géodésique des lignes de courbure, et celle de la courbure normale le long d'une asymptotique, propriétés qui sont ainsi reliées l'une à l'autre, et comprises dans un même énoncé.

Dans le cas d'une ligne géodésique, tracée sur une surface quelconque, les éléments ρ_n et τ_g étant égaux respectivement aux rayons de courbure et

---

[1] PAUL SERRET, *Théorie des lignes à double courbure*, p. 139.

de tension ρ et τ de cette ligne, on a en chacun de ses points

$$\tan g\alpha = \frac{\tau}{\rho}, \tag{3}$$

formule qui donne la généralisation du théorème, rappelé au début de cette Note, sur les surfaces développables.

Elle entraîne aussi ce fait, établi directement par M. Darboux (t. III, p. 335) : que l'angle des deux courbes conjuguées, qui se croisent en un point de l'une des nappes de la développée d'une surface Σ, est égal à l'angle que fait, au point correspondant de Σ, le plan osculateur de la ligne de courbure associée avec le plan tangent de Σ. Cela tient à ce que, en tout point d'une courbe quelconque, la tangente de l'angle du plan osculateur avec une normale, qui enveloppe une développée de cette courbe, est égale au rapport $\frac{\rho}{\tau}$ de la seconde à la première courbure de cette développée au point correspondant.

Parmi les conséquences des formules (2) et (3), je citerai les suivantes :

Quand une surface admet pour géodésique une famille d'hélices, ces courbes sont coupées par leurs conjuguées suivant un angle constant le long de chacune d'elles, et variable en général de l'une à l'autre.

Réciproquement, quand une surface admet une famille de géodésiques, coupées par leurs conjuguées comme on vient de le dire, ces géodésiques sont nécessairement des hélices.

Ce théorème et sa réciproque résultent d'ailleurs immédiatement de la dépendance géométrique, qui existe entre les surfaces admettant pour géodésiques une famille d'hélices et les surfaces à lignes de courbure planes dans un système. On peut le généraliser en considérant, au lieu des lignes géodésiques, des courbes telles que l'inclinaison du plan osculateur sur le plan tangent à la surface reste constante le long de chacune d'elles, tout en pouvant varier de l'une à l'autre.

Si l'on désigne par ϖ cette inclinaison, on a, en tenant compte de l'hypothèse faite,

$$\rho_n = \frac{\rho}{\sin\varpi}, \qquad \tau_g = \tau, \tag{4}$$

et l'on en déduit

$$\tan g\alpha = \frac{\tau}{\rho}\sin\varpi, \tag{5}$$

formules d'où résultent des théorèmes de même forme que les précédents,

où seulement les géodésiques sont remplacées par les courbes plus générales, que nous venons de définir.

On est ainsi amené à considérer des systèmes conjugués tels que les courbes C d'une famille soient coupées par leurs trajectoires suivant un angle constant le long de chacune d'elles, et variable de l'une à l'autre. Il existe évidemment une infinité de systèmes de ce genre sur une surface quelconque, nous les désignerons par la lettre σ. J'ai étudié ce qui caractérise la représentation sphérique de ces systèmes conjugués particuliers et tâché de déterminer dans des cas très simples, comme suite à l'étude des surfaces à lignes de courbure planes, des surfaces définies par une propriété d'un de leurs systèmes σ.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le principe de Dirichlet.* Note de M. **Henri Lebesgue**, présentée par M. Émile Picard.

Il s'agit de prouver l'existence d'une fonction harmonique V dans un domaine fini donné D, continue dans D et sur sa frontière F et prenant sur F des valeurs données.

La méthode de M. Hilbert, sous sa première forme, consiste à prouver qu'on peut trouver une suite de fonctions u_i, continues dans D et sur F et prenant sur F les valeurs données, qui soit minisante pour l'intégrale

$$\mathrm{I}(u) = \int\!\!\int_{\mathrm{D}} \left[\left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial y}\right)^2\right] dx\, dy,$$

c'est-à-dire telle que la suite des valeurs $\mathrm{I}(u_i)$ tende vers la plus petite limite possible d, et qui converge uniformément vers une fonction limite qu'on démontre être la fonction V cherchée.

On a modifié les considérations de M. Hilbert de bien des manières; j'ai moi-même publié un Mémoire sur ce sujet et je viens de m'apercevoir que, convenablement interprété, un petit calcul de ce Mémoire conduisait très rapidement au but.

Soient $u_1, u_2, \ldots; u_1 + v_1, u_2 + v_2, \ldots$ deux suites minisantes. Le trinome en λ

$$\mathrm{I}(u_i + \lambda v_i) = \mathrm{I}(u_i) + 2\lambda \int\!\!\int_{\mathrm{D}} \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_i}\frac{\partial v_i}{\partial x_i} + \frac{\partial u_i}{\partial y}\frac{\partial v_i}{\partial y}\right) dx\, dy + \lambda^2 \mathrm{I}(v_i)$$

doit tendre vers la même valeur d pour $\lambda = 0$ et 1, quand i augmente indéfiniment, et il ne doit tendre vers un nombre plus petit que d pour

aucune valeur de λ ; donc il tend vers une constante, $I(v_i)$ tend vers zéro.

Or, supposons que, dans un domaine Δ intérieur à D, les v_i tendent uniformément vers une fonction limite v ; alors v est nulle. Sinon, en effet, il existerait une bande $y_0 \leqq y \leqq y_1$ telle que toute parallèle à Ox, contenue dans cette bande, rencontrerait Δ, et que, sur elle, le maximum de $|v|$ surpasserait un certain nombre positif 2ε; alors, pour i assez grand, le maximum de $|v_i|$ surpasserait ε sur chacune de ces parallèles. Désignons par $\delta(Y)$ les segments de la droite $y = Y$ qui sont contenus dans D et par L le maximum de la somme des longueurs de ces segments, quand Y varie entre y_0 et y_1. On aurait, pour i assez grand,

$$I(v_i) \geqq \int_{y_0}^{y_1} \left[\int_{\delta(y)} \left(\frac{\partial v_i}{\partial x} \right)^2 dx \right] dy \geqq \int_{y_0}^{y_1} \frac{\varepsilon^2}{L} dy = \frac{\varepsilon^2 (y_1 - y_0)}{L},$$

puisque $|v_i|$ s'annulerait sur F et atteindrait sur chaque ensemble $\delta(y)$ une valeur supérieure à ε.

Donc v est identiquement nulle dans Δ et, en particulier, on voit que si deux suites minisantes convergent uniformément dans Δ elles convergent vers la même limite.

Soit C un cercle intérieur à D et soit w_i la fonction continue égale à u_i à l'extérieur de C et sur C et harmonique dans C. La suite des w_i est minisante, car $I(w_i)$ est au plus égal à $I(u_i)$. Si, comme on peut le supposer, on a pris les $|u_i|$ inférieurs à une borne fixe, les w_i sont également convergentes dans tout domaine intérieur à C, au sens étroit. De la suite des w_i on peut donc extraire une suite partielle qui est, elle aussi, minisante et qui converge uniformément à l'intérieur de C vers une limite qui est nécessairement harmonique.

Si C′ est un autre cercle, on obtient de même une fonction harmonique dans C′. Ces deux fonctions sont le prolongement l'une de l'autre ; cela est évident, d'après ce qui précède, lorsque C et C′ ont une partie commune et résulte, pour le cas général, de l'utilisation d'une suite de cercles $C, C_1, C_2, \ldots, C_p, C'$ telle que chaque cercle ait une partie commune avec celui qui le suit.

On arrive ainsi à la conception d'une fonction V harmonique dans D qu'il reste à étudier sur le contour F, ce que l'on peut faire par l'un quelconque des procédés connus. L'un des plus simples consiste à supposer qu'on puisse associer à chaque point A de F deux fonctions barrières $B_A^1(x, y)$, $B_A^2(x, y)$ continues dans D et sur F, harmoniques dans D, respectivement plus petite et plus grande en chaque point de F que la fonction donnée sur F et enfin

différant entre elles de moins de η en A. Alors, comme on peut supposer que les u_i ont été prises entre ces deux fonctions barrières, il en est de même des w_i, donc de V et, si η est arbitraire, V est continue en A.

La possibilité de la construction de telles fonctions barrières ne dépend en réalité que de la forme de F au voisinage du point A. Par l'emploi de ces fonctions on retrouve très facilement tous les cas connus où le problème de Dirichlet est possible.

CHRONOMÉTRIE. — *Sur un point encore controversé dans l'étude des chronomètres marins.* Note de M. **Jules Andrade.**

I. L'appréciation de la grandeur de la perturbation d'isochronisme due à l'inertie du spiral a fait l'objet d'un beau Mémoire de M. Caspari, à qui la chronométrie est redevable de tant de beaux travaux.

En me servant de la méthode même inaugurée par le savant ingénieur en 1876, j'ai, en 1903, signalé deux corrections qui devaient être apportées aux calculs de M. Caspari.

L'une de ces corrections est le simple relevé d'une faute matérielle de calcul échappée à l'auteur, l'autre correction se rapporte à *l'évaluation des réactions exercées à l'encastrement du spiral;* évaluation délicate, semble-t-il, puisqu'elle laisse subsister entre M. Caspari et moi une divergence que je trouve mentionnée dans le second et récent Volume de *L'horlogerie théorique* de Jules et Herm. Grossmann.

Je me propose dans cette Note d'élucider d'abord complètement la cause de cette divergence et de préciser ensuite *les écarts numériques* qui s'y rattachent. Cette précision a son importance dans un domaine où des mesures expérimentales n'ont pas encore vérifié la perturbation étudiée, associée à d'autres plus importantes.

II. Conformément à la méthode inaugurée par M. Caspari, nous appliquons ici le théorème du moment des quantités de mouvement au *système* formé par le balancier (solide) et par le spiral déformable; ce système prend naissance à l'encastrement du piton et se termine aux supports des pivots du balancier dont, avec M. Caspari, nous négligeons les frottements. Toujours avec M. Caspari, nous considérons un spiral cylindrique muni de ses courbes terminales; ces deux conditions vont guider notre méthode d'approximations successives, — de quelle manière? — Insistons sur ce point.

La masse m du spiral étant regardée comme petite du premier ordre, la somme des moments des quantités de mouvement des éléments dm du spiral pourra *fort bien s'obtenir à cet ordre d'approximation en admettant* que la *déformation géométrique* du spiral de longueur L soit sensiblement la même pendant le mouvement que *lors de l'équilibre* du même spiral dans le problème de Phillips; on sait que dans cette forme d'équilibre, à l'écart u du balancier correspond une variation de courbure $\frac{1}{r} - \frac{1}{r_0}$, donnée par la formule

$$\frac{1}{r} - \frac{1}{r_0} = \frac{u}{L}. \tag{1}$$

Regardons ensuite, toujours avec M. Caspari, la projection du spiral faite parallèlement à l'axe du balancier (pris pour axe des z) comme circulaire, et écrivons maintenant l'équation du moment des quantités de mouvement. Soient : A le moment d'inertie du balancier; ρ la distance d'une particule dm du spiral à l'axe du balancier; ω la vitesse angulaire *propre* avec laquelle tourne le rayon ρ; M_0 le couple d'encastrement au piton; X_0 et Y_0 les composantes perpendiculaires à l'axe de la *réaction complémentaire* exercée sur l'extrémité de la fibre moyenne du spiral, extrémité dont les coordonnées sont x_0 et y_0; N le moment à l'époque t des forces *extérieures* au système considéré, moment pris par rapport à l'axe du balancier.

Le théorème du moment des quantités de mouvement s'écrira :

$$\left\{ \begin{aligned} & A\frac{d^2u}{dt^2} + \frac{d}{dt}S\omega\rho^2.dm = N, \\ & N = M_0 + Y_0x_0 - X_0y_0. \end{aligned} \right. \tag{2}$$

C'est ici même que je me suis séparé de M. Caspari.

N'écrivant que la première des équations précédentes, M. Caspari a simplement substitué à la lettre N *la quantité désignée par la même lettre dans l'équilibre de Phillips ;* dans cet équilibre en effet on avait

$$Y_0 = X_0 = 0 \qquad \text{et} \qquad M_0 = -EI\frac{u}{L},$$

E et I ayant leur signification habituelle.

Sans doute, à l'approximation définie plus haut, et *dans le calcul* de $\frac{d}{dt}S\omega r^2.dm$, il est légitime de regarder la déformation du spiral comme *sensiblement la même* que la déformation statique (1).

Mais *il n'est pas du tout légitime de remplacer ici* N par $-EI\frac{u}{L}$.

J'ai d'ailleurs fait le calcul de N à l'approximation poursuivie (voir mon Ouvrage *Chronométrie*, p. 308), la différence $N - EI\frac{u}{L}$ est effectivement *petite du premier ordre* et *non pas du second ordre*, comme l'avait cru M. Caspari.

La flexion élastique est modifiée par le mouvement, tout comme la pression dans un fluide en mouvement diffère de sa pression au repos.

III. Indiquons maintenant quels écarts numériques vont traduire *les trois manières* de développer la première des équations (2); je dénoterai :

C_1, l'équation (2) donnée par M. Caspari en 1876;

C_2, cette même équation corrigée de la faute de calcul échappée à l'auteur dans le calcul de $\frac{d}{dt}S\omega\rho^2.dm$;

A, cette même équation développée comme je viens de l'indiquer.

Si nous posons $1 + \frac{u}{p} = y$; $\frac{EI}{AL} = K^2$, ces équations respectives seront :

$$(C_1)\qquad \left(1+\frac{H_1^2}{y^2}\right)\frac{d^2y}{dt^2} - \frac{G_1^2}{y^3}\left(\frac{dy}{dt}\right)^2 + K^2(y-1) = 0,$$

$$(C_2)\qquad \left(1+\frac{H_2^2}{y^2}\right)\frac{d^2y}{dt^2} - \frac{G_2^2}{y^3}\left(\frac{dy}{dt}\right)^2 + K^2(y-1) = 0,$$

$$(A)\qquad \left(1+\frac{H_3^2}{y^2}\right)\frac{d^2y}{dt^2} - \frac{G_3^2}{y^3}\left(\frac{dy}{dt}\right)^2 + K^2(y-1) = 0,$$

où

$$H_1^2 = H_2^2 = \frac{1}{2}\frac{mR_0^2}{A},$$

$$G_2^2 = 2G_1^2 = \frac{mR_0^2}{A},$$

$$H_3^2 = 2G_3^2 = \frac{2}{3}\frac{mR_0^2}{A}$$

(R_0 est le rayon du spiral au repos).

Ces équations sont toutes trois du type

$$(E)\qquad \left(1+\frac{H^2}{y^2}\right)\frac{d^2y}{dt^2} - \frac{G^2}{y^3}\left(\frac{dy}{dt}\right)^2 + K^2(y-1) = 0.$$

Pour obtenir, *à l'approximation indiquée*, la durée T de l'oscillation (E) *sous la demi-amplitude de régime* u_0, je pose :

$$\frac{2G^2}{H^2} = \mu^2, \qquad H'^2 = \frac{H^2}{1+H^2};$$

$$p_0 = \frac{3\mu^2}{4}H'^2, \qquad q = -\frac{3}{8}(\mu^2 - 2)H'^2,$$

et j'obtiens

$$T = \pi\sqrt{\frac{AL}{EI}}\sqrt{1+H^2}\left(1+\frac{p_0+3q}{2}\frac{u_0^2}{p^2}\right).$$

Au moyen de cette formule, nous pouvons appliquer aux chronomètres marins du type usuel considéré par M. Caspari l'une ou l'autre des équations (C_1), (C_2) ou (A); nous obtenons alors les résultats suivants qui, *pratiquement*, résument les recherches de M. Caspari et les miennes *sur l'évaluation de l'effet d'inertie du spiral cylindrique.*

IV. 1° Pour une variation de demi-amplitude u_0 passant de $\frac{\pi}{2}$ à $\frac{3\pi}{2}$, le retard diurne du chronomètre marin, d'abord évalué par M. Caspari à 1^s, doit être réduit à $0^s,5$, si l'on n'accepte avec M. Caspari que la première des corrections que j'ai proposées;

2° Si l'on accepte les deux corrections dont je maintiens d'ailleurs la nécessité, le retard diurne du chronomètre marin doit être porté à $1^s,66$.

Par rapport au résultat annoncé par M. Caspari en 1876, on voit ainsi que l'*amplification* des $\frac{2}{3}$ exigée par ma théorie est proportionnellement moindre que la *réduction* exigée par la correction incomplète consentie par M. Caspari, correction qui, nous l'avons vu plus haut, ne tient pas encore compte de la modification *que le mouvement du spiral produit dans la transmission des efforts de flexion.*

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *De l'association moléculaire dans les gaz.* Note de M. J. DE BOISSOUDY.

Quelle que soit la loi d'attraction moléculaire, on peut admettre que deux molécules qui se rencontrent restent accolées après le choc lorsque la vitesse relative de leurs mouvements de translation est inférieure à une certaine vitesse ε ne dépendant que de la nature des molécules.

Soit en particulier une molécule m, se déplaçant avec une vitesse u représentée en grandeur et en direction par le vecteur OA. Les molécules qui ont par rapport à m une vitesse relative inférieure à ε ont leur point de vitesse à l'intérieur de la sphère de centre A et de rayon ε. Ce rayon étant supposé très petit, leur nombre est sensiblement proportionnel à la densité de la distribution en A, c'est-à-dire à l'expression

$$\rho = \frac{N}{\pi^{\frac{3}{2}} u_f^3} e^{-\frac{u^2}{u_f^2}}$$

où u_f désigne la vitesse la plus fréquente correspondant à la température T. La valeur moyenne de ρ pour les N molécules du gaz est

$$\bar{\rho}=\frac{1}{N}\int_{u=0}^{u=\infty}\rho\,dn=\frac{4N}{\pi^2 u_f^3}\int_0^\infty e^{-\frac{2u^2}{u_f^2}}\frac{u^2}{u_f^3}\,du=\frac{N}{(2\pi)^{\frac{3}{2}}}\frac{1}{u_f^3}.$$

De même que cette densité moyenne *le nombre moyen de molécules, dont la vitesse relative à celle d'une molécule m prise au hasard dans la masse gazeuse est plus petite que* ε, *varie en raison inverse de* $T^{\frac{3}{2}}$.

Toutes ces molécules sont susceptibles de s'associer avec m, à condition qu'elles la rencontrent avant tout autre choc. La probabilité de cette rencontre pendant un temps θ supposé assez court pour qu'on puisse négliger, durant cet intervalle, les cas où une même molécule subit plus d'un choc, est la même que si m restant immobile, les autres molécules se déplaçaient avec des vitesses inférieures à ε. Elle est sensiblement indépendante de la température et varie en raison inverse du volume. En sorte que si le gaz ne contenait au temps zéro que des molécules isolées il en disparaîtrait par association, pendant le temps θ, un nombre proportionnel à $\frac{1}{\rho T^{\frac{3}{2}}}$.

En réalité il contient à la fois des molécules isolées et des molécules associées. L'état de régime permanent exige que le nombre total de ces unités moléculaires simples ou complexes reste constant, et, par suite, qu'il se dissocie en moyenne autant d'agrégations qu'il s'en forme pendant un temps donné.

On peut concevoir comme il suit le mécanisme de ces dissociations : Chaque agrégation ne peut subsister qu'autant que la force centrifuge résultant de sa rotation est plus petite que la force attractive qui maintient ses molécules associées, ou en d'autres termes que le vecteur de la rotation projeté sur un plan perpendiculaire à la ligne des centres OO′ des deux molécules (à ne considérer que des groupements binaires) reste inférieur à une certaine longueur que nous appellerons ψ. Si l'on admet que les vitesses de rotation obéissent à la loi d'irrégularité de Maxwell, on voit facilement que la probabilité pour que cette projection soit comprise entre ω et $\omega+d\omega$ est $\frac{2}{\Omega^2}e^{-\frac{\omega^2}{\Omega^2}}\omega\,d\omega$, où Ω^2 désigne le carré moyen de sa longueur. La probabilité pour qu'elle soit plus grande que ψ est donc

$$\frac{2}{\Omega^2}\int_0^\infty e^{-\frac{\omega^2}{\Omega^2}}\omega\,d\omega=e^{-\frac{\psi^2}{2}}$$

qui peut aussi bien s'écrire $e^{-\frac{k}{T}}$. Il s'ensuit que sur n agrégations existant au temps t, il en disparaîtra un nombre proportionnel à $ne^{-\frac{k}{T}}$ pendant le temps θ. Il s'en forme d'autre part $\frac{h}{v T^{\frac{3}{2}}}$ pendant le même temps, h désignant une constante (à condition de négliger les agrégations déjà présentes dans le gaz, ce qui n'est permis que pour de faibles valeurs de n). L'équilibre sera atteint lorsqu'on aura

$$n e^{-\frac{k}{T}} = \frac{h'}{v T^{\frac{3}{2}}} \quad \text{ou} \quad n = \frac{h' e^{\frac{k}{T}}}{v T^{\frac{3}{2}}}.$$

Or le gaz ne contient en moyenne que $(N - n)$ unités moléculaires distinctes. L'équation du viriel peut donc s'écrire

$$\frac{3}{2} p(v - b) = (N - n)\alpha T$$

(en faisant abstraction de la pression intérieure qu'aucune considération théorique ne justifie) ou, pour de faibles densités,

$$\left(p + \frac{a e^{\frac{k}{T}}}{v^2 T^{\frac{1}{2}}}\right)(v - b) = RT.$$

Cette formule, du type de Clausius, donne à volume constant des valeurs de la fonction $\pi = T \frac{\partial p}{\partial T} - p$ en accord satisfaisant avec les récentes déterminations de M. Leduc, le produit πT commençant par décroître et ne devenant sensiblement constant qu'à des températures supérieures à la température critique.

RADIOGRAPHIE. — *Sur l'opacité aux rayons X de tissus convenablement chargés par une teinture aux sels de plomb.* Note [1] de M. **L.-G. Droit.**

Dans le but d'améliorer les moyens de protection des opérateurs qui manipulent habituellement les rayons X contre la dangereuse radiodermite professionnelle, j'ai eu l'idée d'utiliser la remarquable propriété que possède la soie d'absorber, au cours des opérations de teinture, des quantités

[1] Reçue dans la séance du 1[er] juillet 1912.

parfois considérables de composés métalliques. En faisant entrer le plomb dans ces composés, on pouvait espérer donner au tissu une certaine imperméabilité pour les rayons nocifs.

Grâce au bienveillant concours de MM. Guicherd et Sisley, de Lyon, qui ont bien voulu mettre au service de ces recherches leur compétence technique, l'un pour le tissage, l'autre pour la teinture, j'ai pu réaliser des schappes de soie ayant reçu, par les procédés de la teinturerie, d'énormes charges de phosphostannate de plomb. L'un de ces tissus (tissu D) ne pèse pas moins de 266^g par mètre carré; il renferme, d'après l'analyse faite par M. Sisley, 68 pour 100 de matières minérales se décomposant comme il suit :

	Pour 100.
Acide phosphorique	8
Oxyde d'étain	24
Oxyde de plomb	34
Chaux, soude et divers	2
Total	68

Avec six épaisseurs de ce tissu, je me suis confectionné un moufle dont je me sers couramment au cours de mes examens radiographiques et qui, en outre de son opacité aux radiations, présente sur les objets similaires l'avantage d'une souplesse relative de tissu et réalise en même temps la protection de la face palmaire de la main, négligée à tort dans ces sortes d'objets.

L'efficacité de ce protecteur a été vérifiée par une radiographie obtenue en pose rapide et grande intensité, avec des radiations de dureté moyenne (n°s 5-6 de Benoist).

Il est commode d'évaluer l'opacité de ces tissus par l'épaisseur équivalente de cuivre. Le calcul de cette épaisseur se fait très simplement au moyen des données de l'analyse : il suffit de multiplier le poids au mètre carré de chaque élément par le rapport $\frac{P}{63}$ de son poids atomique au poids atomique du cuivre. La somme des nombres ainsi trouvés donne le poids par mètre carré de la lame de cuivre ayant même opacité que l'étoffe; l'épaisseur de cette lame s'en déduit immédiatement. On trouve ainsi que le tissu D est équivalent à une lame de cuivre de $0^{mm},044$ d'épaisseur ou à une lame de laiton de $0^{mm},048$.

Des radiographies de comparaison ont été faites avec des épaisseurs très variées soit de tissu D, soit d'une autre étoffe (C) moins chargée, et ne

contenant que 50 pour 100 de matière minérale. Elles ont montré que le mode de calcul précédent est, au point de vue pratique, parfaitement justifié, et que la loi limite de la proportionnalité inverse de la transparence au poids atomique est applicable.

Ces radiographies ont été obtenues avec des rayons de dureté moyenne (nos 5-6 de Benoist) ; on pouvait espérer que les tissus chargés au plomb conserveraient l'aptitude spéciale des métaux lourds à arrêter les radiations molles, lesquelles sont, comme on le sait, particulièrement nocives pour les téguments. Pour contrôler cette hypothèse, j'ai exécuté la radiographie d'une main enveloppée seulement de deux épaisseurs de tissu D, au moyen d'un tube donnant des rayons très mous (n° 2 de Benoist). L'épreuve obtenue a montré que les rayons mous n'avaient pas traversé cet écran réduit.

On peut admettre que six épaisseurs de tissu D constituent un écran protecteur suffisant contre la radiodermite professionnelle résultant des opérations radiologiques courantes.

Pour les rayons très mous, et notamment s'il s'agit d'opérateurs débutants, n'ayant jamais subi les premières atteintes de radiodermite, il semble qu'une épaisseur double ou triple du même tissu serait suffisante.

Enfin le tissu D et même les tissus moins chargés du type C réalisent la matière idéale des filtres pour les applications radiothérapiques.

ÉLECTRICITÉ. — *Attraction électrique de deux sphères conductrices; propriétés de familles de polynomes intervenant dans ce problème et leurs relations avec les fonctions sphériques d'ordre supérieur de Heine.* Note de MM. A. **Guillet** et M. **Aubert**, présentée par M. G. Lippmann.

I. L'action mutuelle F de deux sphères S, S' de rayons a, b, portées aux potentiels V, v et dont les centres A_0, B_0 sont distants de x peut être mise, pour $x > a + b$, sous la forme suivante :

$$F = -\frac{V^2}{2}\sum_1^\infty a^{n+1} b^n \frac{d}{dx}\frac{1}{P_{2n}} + Vv\sum_0^\infty a^{n+1} b^{n+1}\frac{d}{dx}\frac{1}{P_{2n+1}} - \frac{v^2}{2}\sum_1^\infty a^n b^{n+1}\frac{d}{dx}\frac{1}{Q_{2n}},$$

P et Q étant des polynomes en x, de degré marqué par l'indice, dont le coefficient du terme de plus haut degré est égal à l'unité.

On s'assurera que la convergence des séries Σ résulte immédiatement de l'examen des séries majorantes obtenues en faisant coïncider convenablement toutes les images du système S, S' avec les deux points conjugués réciproques, et appliquant la remarque suivante de M. G. Darboux : la distance des deux conjugués réciproques est plus petite que celle de deux images quelconques.

II. Les polynomes P_{2n+1} et Q_{2n+1}, symétriques en a, b, sont identiques; on calculera les P_{2n} et Q_{2n} soit par récurrence, soit à l'aide des P_{2n+1} par les relations

$$P_{2n} = xP_{2n-1} - b^2 P_{2n-2}, \qquad Q_{2n} = \frac{1}{x}(P_{2n+1} + b^2 P_{2n-1}).$$

Les polynomes P et Q forment des suites de Sturm et les racines de chacun d'eux sont comprises entre $-(a+b)$ et $+(a+b)$; les termes des séries respectives Σ de F sont donc affectés du même signe.

Il n'est que laborieux d'expliciter complètement P_{2p+1}, P_{2p} et Q_{2p}; leurs coefficients se présentent sous des formes remarquables. On utilise ces formes pour calculer directement P et Q et contrôler ainsi les valeurs numériques obtenues par voie récurrente.

III. Il est naturel de chercher à expliciter dans F l'action plan-sphère et d'effectuer, par suite, un changement de variable $x = b + e$, e désignant la distance de A_0 au pôle voisin de S'. Dans tout ce qui suit nous poserons $e = au$ et $H = 1 - 2uz + z^2$.

Le changement de variable fournit

$$P_{2p+1} = b^{p+1}a^p U_p + b^p a^{p+1} A_{p+1} + b^{p-1}a^{p+2}(u^2-1)B_p + b^{p-2}a^{p+3}(u^2-1)^2 C_{p-1} + \ldots.$$

Ayant formé les premiers tableaux des polynomes en u en nombre infini, U, A, B, C.... on en tirera les résultats suivants :

U. Ces polynomes, coefficients des puissances de z dans le développement de H^{-1} sont tels que leurs carrés satisfont à la relation

$$(1+z^2)H^{-\frac{1}{2}}(1-z^2)H^{-1} = \sum_0^\infty U_p^2 z^{2p}, \qquad \text{car} \qquad U_p^2 = \sum_0^p U_{2n}.$$

Ces polynomes U (*voir Comptes rendus*, t. 155, p. 139 et 204), interviennent seuls dans le système plan-sphère, idiostatique par essence, car la capacité commune aux deux armatures en présence $a\sum_0^\infty U_n^{-1}$ est égale et

de signe contraire au coefficient d'induction réciproque du système, le plan étant d'abord au potentiel v.

A. Ces polynomes répondent, en particulier, aux conditions

$$(1)\qquad 2A_p = pU_p - (p-1)uU_{p-1},$$

$$(u^2-1)\frac{d^2A_p}{du^2} + 3u\frac{dA_p}{du} - p(p+2)A_p = p(p-1)U_{p-2}.$$

Il résulte de (1) et de la définition des polynomes U que les A sont les coefficients des puissances de z dans le développement de

$$\varphi(z) = z(u-z)(1-uz)H^{-2},$$

et qu'on a par suite

$$(2)\qquad (p+1)A_p = 2uV_{p-1} + V_{p-2}[(p-1)u^2 - (p+1)],$$

les V étant les fonctions sphériques de Heine concernant H^{-2}.

B. On trouve que

$$B_{p+1} = 2uB_p - B_{p-1} + A_{p+1} \qquad \text{et} \qquad B_n = \sum_1^n A_p U_{n-p};$$

par suite, les polynomes B sont les coefficients de z dans le développement de

$$\psi(z) = z(u-z)(1-uz)H^{-3}.$$

La relation entre trois fonctions sphériques consécutives d'ordre supérieur répondant à H^{-k} permet donc d'écrire que

$$(p+3)B_p = 4uW_{p-1} + W_{p-2}[u^2(p-1) - (p+3)],$$

les W répondant à H^{-3}.

Ces résultats s'étendent immédiatement à tous les coefficients suivants, k, dans H^{-k}, variant seulement de 1 à chaque transposition.

On est ainsi conduit à mettre P_{2p+1} sous la forme

$$P_{2p+1} = b^{p+1}a^p H_p^{-1} + \sum_2^{p+2} b^{p+2-k}a^{p+k-1}(u^2-1)^{k-2}[z(u-z)(1-uz)H^{-k}]_{p+3-k},$$

où les indices p et $p+3-k$ marquent les degrés des puissances de z dont il faut former les coefficients.

IV. Une analyse toute semblable à la précédente fournit d'autres familles de polynomes et d'autres relations, en nombre infini, et conduit aux

expressions finales :

$$P_{2p} = b^p a^p H_p^{-1} + \sum_2^{p+1} b^{p+1-k} a^{p-1+k} (u^2-1)^{k-2} [z(u-z)^2 H^{-k}]_{p+2-k},$$

$$Q_{2p} = b^{p+1} a^{p-1} H_{p-1}^{-1} + \sum_2^{p+2} b^{p+2-k} a^{p-2+k} (u^2-1)^{k-2} [(1-uz)^2 H^{-k}]_{p+2-k}.$$

V. On voit, par ces indications sommaires : 1° comment on peut rattacher au système S, S′ toute une classe de relations importantes, concernant une infinité de familles de polynomes; 2° comment, à partir de H^{-1}, et des fonctions sphériques d'ordre supérieur de Heine H^{-k} ($k > 1$), on peut calculer tous les paramètres électriques de S, S′ : action mutuelle F, capacités relatives des armatures : $\sum_0^\infty a^{n+1} b^n P_{2n}^{-1}$; $\sum_0^\infty a^n b^{n+1} Q_{2n}^{-1}$, coefficient d'induction réciproque $-\sum_0^\infty a^{n+1} b^{n+1} P_{2n+1}^{-1}$, ...

PHYSIQUE. — *Sur la dissymétrie des ions positifs et négatifs relativement à la condensation de la vapeur d'eau dans une atmosphère de gaz carbonique.* Note de M. **Besson**, présentée par M. E. Bouty.

L'appareil employé a été décrit dans une Note antérieure (1). Deux écrans de plomb de 6cm d'épaisseur placés l'un au-dessus de l'autre à une distance de 3mm, laissent passer un faisceau étroit de rayons de Röntgen venant raser la plate-forme.

Le gaz carbonique est soumis pendant 2 secondes à l'action du rayonnement; on établit un champ de 4 volts qu'on peut inverser à volonté.

La dissymétrie apparaît très nettement par observation directe ; la pluie ou le nuage qui résulte de la condensation sur les ions négatifs en excès est visiblement plus intense que dans le cas où ce sont les ions positifs qui prédominent.

Le phénomène observé est *beaucoup plus net que dans le cas de l'air ;* on se rappelle qu'avec ce dernier gaz il avait fallu employer la méthode photographique.

Les nuages obtenus ont été photographiés de 2 à 5 secondes après

(1) *Comptes rendus*, t. 153, 24 juillet 1911.

leur formation. Ils ont été pris par groupes de trois dans les cas suivants : 1° les ions négatifs sont en excès; 2° les ions positifs sont en excès; 3° le gaz est ionisé mais il n'y a pas de champ ; et voici les résultats obtenus :

1° *Sans champ*. — La condensation commence à se produire pour une détente voisine de 1,33 ; le nombre des gouttes croît peu à peu avec le degré de détente jusqu'à la valeur $d = 1,37$ pour laquelle l'accroissement est sensiblement plus grand. Au-dessus de cette valeur, les nuages croissent peu à peu jusqu'à ce qu'on atteigne la valeur $d = 1,476$ pour laquelle on observe une augmentation sensible.

Pour des valeurs supérieures de d, l'intensité du nuage augmente peu et, à partir de $d = 1,52$, il n'y a plus d'augmentation appréciable ;

2° La dissymétrie se manifeste à tous les degrés de détente inférieurs à 1,476. Quand les ions négatifs sont en excès, les nuages sont plus intenses que lorsque ce sont les ions positifs qui prédominent.

Pour cette valeur et pour les détentes supérieures elle n'apparaît plus;

3° On observe une anomalie singulière : dans chaque série, le nuage obtenu *sans champ* paraît identique à celui qu'on obtient quand *les ions négatifs sont en excès* et cela à tous les degrés de détente.

Avec l'air, au contraire, le nuage obtenu sans champ est bien plus intense que celui produit par les ions négatifs en excès. Cette anomalie persiste tant que le champ est inférieur à 20 volts environ et cesse pour des valeurs supérieures. C'est grâce à cette singularité que la dissymétrie apparaît plus nettement dans CO^2 que dans l'air. En effet : l'étude de la dissymétrie avec CO^2 soumis à un faible champ se ramène à la comparaison du nuage obtenu *sans champ* avec celui produit par les *ions positifs ;* avec l'air, la même comparaison montre aussi une grosse différence entre les nuages ; seulement, avec ce dernier gaz, le nuage relatif aux *ions négatifs* est bien moins intense que celui obtenu sans champ et se rapproche plus par conséquent du nuage relatif aux *ions positifs*. La dissymétrie apparaît moins nettement.

L'ionisation du gaz ayant été produite ensuite avec le *radium*, on a obtenu les résultats suivants :

1° La limite inférieure du degré de détente est la même qu'avec les rayons de Röntgen ;

2° L'anomalie signalée avec les rayons X ne se produit pas avec le radium

utilisé, que je dois à l'obligeance de M. Rothé, professeur à la Faculté de Nancy;

3° La dissymétrie s'observe, mais moins bien qu'avec les rayons X, par suite de l'action exercée par un faible champ sur les ions négatifs en excès.

Les valeurs limites de la détente pour CO^2 peuvent être calculées, comme M. Chauveau, du Bureau Central météorologique, a bien voulu me le faire remarquer, connaissant les valeurs trouvées pour l'air et le rapport des chaleurs spécifiques $\frac{C}{c}$; on utilise en effet pour cela la formule de la détente adiabatique

$$\frac{\theta_1}{\theta_2} = \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^{\gamma-1}$$

et la formule donnant le degré de sursaturation

$$S = \frac{\pi_1}{\pi_2}\left(\frac{v_1}{v_2}\right)^{\gamma}.$$

En appliquant ces considérations aux valeurs de la détente pour lesquelles la dissymétrie cesse d'exister, savoir : 1,476 pour CO^2 donnée par mes expériences et 1,35 pour l'air trouvée par M. C.-T.-R. Wilson, on trouve que la sursaturation relative à CO^2 est 7,27 et celle relative à l'air 7,3. Il y a donc très bon accord entre ces résultats.

M. Wilson [1] avait déjà signalé la concordance entre les valeurs limites extrêmes obtenues par lui pour l'air et CO^2.

PHYSIQUE. — *Sur la dureté*. Note de M. **Hanriot**, présentée par M. H. Le Chatelier.

L'épreuve de la bille, proposée par Brinnel, permet de déterminer rapidement la dureté d'un métal, en mesurant le diamètre de l'empreinte que laisse une bille enfoncée dans le métal sous une pression connue. La dureté est alors donnée par la relation $d = \frac{P}{s}$, s étant la surface de la calotte sphérique de la bille enfoncée dans le métal.

Brinnel a proposé d'employer pour les métaux durs une bille de 10^{mm} de diamètre, sous une pression de 3000^{kg}; mais pour les métaux mous ou très cassants, on est obligé d'employer des pressions beaucoup plus faibles; il y

(1) *Phil. Trans.*, 1897.

a lieu en même temps de diminuer le diamètre de la bille pour conserver la similitude entre les deux expériences. En mesurant les duretés d'un même métal dans ces conditions, j'ai obtenu des nombres très différents comme le montrent les exemples suivants :

	Pression 1000^{kg} : Bille 10^{mm}.	Pression 30^{kg} : Bille 3^{mm}.
Bronze-aluminium, 8 pour 100....	95	67
Nickel..........................	80	60
Argent-cuivre (835)............	68	55

Je me suis demandé si ces différences ne pourraient pas être attribuées à l'écrouissage du métal par la bille; il est en effet à remarquer que le plomb, qui ne s'écrouit pas, donne le même chiffre de dureté, quelles que soient les conditions dans lesquelles on le mesure :

Diamètre de la bille.	Pression.	Diamètre de l'empreinte.	Dureté.
mm 18...........	100	mm 6,6	3,1
18...........	200	8,2	3,9
18...........	300	9,3	4,2
18...........	400	10,5	4,5
18...........	500	11,3	4,5
18...........	600	12,2	4,5
18...........	700	13,6	4
18...........	800	14,1	4,1
5...........	30	2,85	4
3...........	20	2,2	4,4
3...........	10	1,61	4,4

Il faut en effet remarquer que le premier effet de la bille est d'écrouir le métal qu'on essaye, en sorte qu'on ne mesure pas la dureté du métal considéré, mais de ce métal écroui par la bille : on conçoit que celle-ci soit plus forte pour une pression de 1000^{kg} que pour une pression de 30^{kg}.

J'ai pu en donner une démonstration expérimentale de la façon suivante :

J'ai recuit une lame de nickel et j'ai mesuré sa dureté sous les pressions de 1000^{kg} et de 30^{kg}; j'ai trouvé 80 et 61. On lime alors les empreintes de façon à les faire disparaître exactement, puis on mesure les duretés avec la petite bille sur l'emplacement de ces empreintes : on trouve 117 et 67. Ainsi donc, dans la première épreuve à la bille, le métal avait été très inégalement écroui par les pressions de 1000^{kg} et de 30^{kg}; il était donc naturel qu'elles aient fourni des nombres de dureté différents.

Je me suis demandé si l'on pourrait déterminer la dureté d'un métal

recuit, en se plaçant dans des conditions où l'écrouissage par la bille n'intervienne pas. Pour cela, après avoir produit et mesuré une première empreinte, je recuisais le métal pour faire disparaître l'écrouissage produit par la bille, puis je l'enfonçais à nouveau dans la même empreinte. Celle-ci s'agrandissait et le métal s'écrouissait encore, mais moins que la première fois. Je répétais cette manœuvre jusqu'à ce que les diamètres de l'empreinte ne varient plus. Voici les résultats de deux expériences faites sur le bronze d'aluminium sous les pressions de 1000kg et de 30kg :

D = diamètre à 1000kg.	d = dureté à 30kg.	$\frac{D}{d}$.
94	61	1,54
70	46	1,53
62	43	1,46
56	39	1,42
54	37	1,42
50	35	1,41
48	33	1,43
46	31	1,46
44	30	1,45
42	28	1,47
41	28	1,45
40	26	1,50
39	26	1,49
38	25	1,50
37	24	1,50
36	24	1,48
36	24	1,49
35	24	1,47

On voit qu'on obtient avec chaque bille des résultats décroissants, mais que le rapport de ces nombres, au lieu de tendre vers l'unité comme je le supposais, reste constant pour un même métal.

De nombreuses expériences, effectuées avec d'autres métaux, ont confirmé ces faits; de plus, elles ont montré que ce rapport varie avec la nature du métal considéré; ainsi il est

1,45 pour le bronze d'aluminium à 8 pour 100;
1,33 pour le nickel;
1,18 pour l'argent monétaire à 835;
1,02 pour l'or à 999;
1 pour le plomb.

On peut donc, une fois ce rapport connu, calculer les duretés qu'on obtiendrait sous 1000^{kg} en se servant de l'empreinte faite à 30^{kg}.

Une autre conséquence de ces faits est que l'expérience de Brinnel donne pour les métaux recuits des nombres beaucoup trop forts. Ainsi la dureté du bronze d'aluminium est certainement inférieure à 24, tandis que l'expérience directe donne 94 : l'épreuve à la bille donne un résultat complexe où interviennent à la fois la dureté du métal et la facilité avec laquelle il s'écrouit.

On voit que les résultats précédents sont insuffisants pour expliquer les différences de dureté obtenues sous des pressions différentes. Il y a une autre cause d'erreur dont il est bien difficile actuellement d'évaluer l'importance : elle est due à l'élasticité du métal. Ce qui devrait entrer dans le calcul, c'est la surface de la calotte de la bille enfoncée dans le métal au moment de la pression. En réalité, l'empreinte qu'on mesure est plus faible : quand la pression cesse, le métal revient élastiquement sur lui-même et le diamètre lu est trop petit. Il est du reste à remarquer que les métaux ayant l'élasticité la plus faible sont ceux qui ont donné les écarts les plus faibles pour les duretés mesurées sous des pressions diverses.

L'épreuve de Brinnel ne nous donne donc qu'une idée grossière de la dureté des métaux; elle conserve quand même une grande importance pratique, à condition de ne se servir des nombres obtenus que comme points de repère sans leur attacher aucune valeur absolue.

PHYSIQUE. — *Génération de grains volumineux dans les métaux.* Note de M. **Félix Robin**, présentée par M. H. Le Chatelier.

MM. Stead (¹) et Charpy (²) ont depuis longtemps signalé le fait important que le recuit développe dans l'acier écroui une cristallisation à *grains très grossiers* rendant le métal *extrêmement fragile*.

Reprenant ces études et les étendant à tous les métaux, nous avons constaté, comme récemment Sauveur (³), que cette structure ne naît que nettement au delà du début des déformations permanentes, dans des blocs soumis tout entiers à la compression.

(¹) *Cristalline structure of Iron and Steel, Metallographist*, I.

(²) *Comptes rendus*, 1909.

(³) *Association internationale pour l'essai des matériaux*, New-York, 1912.

Nous avons ensuite réussi à établir que, dans le cas de *déformations locales*, tandis que, *dans les régions écrouies au delà de cette limite*, *les grains développés*, plus gros et nets qu'ailleurs, *se limitent mutuellement* et ne peuvent atteindre de grandes dimensions, *ils prennent au bord de cette région un développement considérable en s'étendant dans les parties restées inaltérées*. Leur croissance se produit d'une façon identique à celle des grains de solidification à partir d'une paroi froide, en débutant par un développement basaltique.

On doit partir d'un *métal recuit* présentant une structure cellulaire.

La température de recuit préalable, sa durée, la grosseur de grains obtenue par ce premier traitement ne semblent pas influer sur le résultat final.

On écrouit *localement* le métal par une déformation énergique, perforation, cisaillement ou pliage, et l'on recuit de nouveau à des températures variables pendant un temps qui n'a pas besoin de dépasser 30 minutes en général ; au bout de 5 minutes le phénomène est déjà très net. Les grandes cellules envahissent jusqu'à une distance plus ou moins grande les régions où la structure cellulaire primitive n'avait pas été altérée par la déformation voisine.

Ces grains paraissent suivre des lois de croissance analogues à celles des grains de recuit ordinaire et signalées dans la Communication précédente.

L'influence de l'épaisseur des tôles laminées, des impuretés, de la température, etc. sont analogues. Les grains les plus volumineux correspondent à des températures variables pour chaque métal.

Les Tableaux ci-après résument quelques résultats obtenus en écrouissant des lames par simple *pliage en long* (pliage à bloc). Chaque lame était chauffée à des températures décroissant d'une extrémité à l'autre, comme il a été dit dans la Note précédente.

Les résultats sont indiqués de la même manière [1].

Les régions déformées visiblement par le pliage ont une largeur totale de 1^{mm} environ dans les lames de $0^{mm},4$ d'épaisseur et de 2^{mm} environ dans celles de $0^{mm},8$.

ÉTAIN [2] (le recuit avant pliage est inutile, car le recuit spontané forme au laminage à 20° des grains parfaits) : recuit de 1 heure; épaisseur $0^{mm},4$.

---

(1) Le résultat constaté est donc encore fonction non seulement du recuit, mais de l'influence des grains voisins sur le développement.

(2) Métaux commercialement purs.

Températures...........	45°	60°	80°	100°	125°	140°	200°
Grosseur des grains [1]...	(début)	$0^{mm},6$	$1^{mm},3$	$2^{mm},5$	$3^{mm},5$	$2^{mm},3$	$1^{mm},6$
Distance de propagation à partir du pli.........	(début)	$0^{mm},7$	$2^{mm},5$	9^{mm}	12^{mm}	»	»

Pour l'épaisseur de $0^{mm},1$, toutes choses égales d'ailleurs, les chiffres précédents sont presque diminués de moitié; la réduction est analogue pour l'épaisseur de 1^{mm}.

Plomb (même observation que pour l'étain) : recuit de 30 minutes; épaisseur $0^{mm},4$.

Températures....................	200°	240°	260°	300°
Grosseur des grains..............	$0^{mm},1$	$0^{mm},3$	1^{mm}	2^{mm} à 3^{mm}
Distance de propagation..........	$0^{mm},5$	$1^{mm},3$	$2^{mm},2$	6^{mm}

(résultats peu réguliers).

Zinc : épaisseur $0^{mm},5$; temps de recuit 45 minutes.

Températures...............	160°	250°	300°	350°	400°
Grosseur des grains	$0^{mm},2$	$0^{mm},9$	$0^{mm},9$	$1^{mm},7$	3^{mm} et plus
Distance de propagation......	1^{mm}	4^{mm}	$4^{mm},5$	5^{mm}	8^{mm}

Aluminium : recuit de 45 minutes; épaisseur $0^{mm},45$.

Températures...........	350°	400°	450°	500°	550°	600°
Grosseur des grains......	$0^{mm},2$	$0^{mm},5$	$1^{mm},5$	$2^{mm},5$	$3^{mm},5$	$4^{mm},5$
Distance de propagation..	$0^{mm},4$	1^{mm}	$2^{mm},5$	5^{mm}	10^{mm}	»

Cuivre : recuit de 30 minutes; épaisseur $0^{mm},2$.

Températures........................	600°	800°	900°	1000°
Grosseur des grains...................	$0^{mm},1$	$0^{mm},4$	$0^{mm},7$	$0^{mm},8$
Distance de propagation..............	$0^{mm},5$	$1^{mm},3$	4^{mm}	7^{mm}

(résultats irréguliers). Les chiffres sont plus élevés pour les laitons et moins pour les bronzes d'aluminium.

Fer. — Les résultats obtenus jusqu'ici n'ont pas été réguliers. On obtient en général des grains maxima de $0^{mm},3$ à $0^{mm},7$ aux températures de 600° à 800° en 1 heure, se propageant à 1^{mm} ou 2^{mm} dans les tôles de $0^{mm},4$ environ. Les chiffres sont plus élevés pour l'acier extra-doux.

Ces phénomènes jouent *industriellement* un rôle important, un grand nombre d'ustensiles étant fabriqués en *tôles métalliques recuites, pliées* et *perforées*.

Le *chauffage* au delà de la transformation, (900°) pour le fer, l'addition d'*éléments étrangers* pour les autres métaux, sont les remèdes à employer pour les préserver des conséquences nuisibles de ces phénomènes.

---

[1] Côté du carré équivalent, grains maxima.

CHIMIE PHYSIQUE. — *La loi des masses. Ses vérifications contradictoires et sa défense par M. Le Chatelier.* Note de M. **Albert Colson.**

Les hypothèses de Van 't Hoff, si sévèrement jugées par M. Le Chatelier (*Comptes rendus*, t. 154, p. 1566), ont implanté la loi des actions de masse en Chimie, et amené ce savant à la découverte du principe d'opposition de l'action à la réaction. Quant à la valeur de ces notions, j'ai déjà dit que la vérification directe de leur principale formule classique $\Sigma m \log p = k$ conduit à des contradictions incroyables. C'est sans doute pourquoi, au lieu de lui adapter simplement les résultats de l'expérience, on a préféré suivre des voies indirectes et très discutables : introduction de constantes complémentaires ([1]), remplacement de la constante k par son logarithme ([2]), choix des moyennes, triages d'expériences, etc. Au surplus, le Tableau suivant emprunté au Traité de Van 't Hoff (t. I, p. 105) et basé sur les nombres trouvés par M. Bodenstein, montre clairement les effets obtenus par de tels procédés :

Rapport de H à I (donné)	0,254	0,702	2,538	5,048
Constante k calculée d'après les observations...	1,60	1,87	2,45	1,07
Constante $\frac{HI}{\mu}$ choisie par Van 't Hoff	1,00	1,01	0,99	1,01

La constante de Van't Hoff indique une concordance remarquable, tandis que, même en substituant les nombres de M. Bodenstein à ceux de M. Lemoine, la vérification directe de la formule par ces mêmes données fournit un résultat beaucoup moins satisfaisant. Si M. Le Chatelier le trouve acceptable (*Comptes rendus*, t. 154, p. 1564), c'est peut-être parce qu'il a omis de calculer le résultat fourni par le dernier nombre de Bodenstein, qui accuse pour k une variation de 1,07 à 2,45. Pourtant ce nombre avait donné à Van't Hoff une excellente concordance !

Passons à d'autres expériences relatives à des dissociations avec changement de volume. En partant des déterminations de Wurtz sur le bromhydrate d'amylène, M. Le Chatelier en a calculé la constante d'équilibre en prenant la moyenne de deux expériences « dont le choix n'est pas indiffé-

---

([1]) Déjà reprochée par M. Lemoine à Guldberg et Waage (*Ann. de Ch. et de Phys.*, t. XXVI, 1882, p. 368.

([2]) Van 't Hoff, *Leçons de Chimie physique*, t. I, p. 107, et t. II, p. 63).

rent », dit-il (*Éq. Chim.*, p. 112-113). Cependant, quand on applique directement les expériences de M. Lemoine à la dissociation de ce composé, on trouve que, sous l'influence d'une détente de 1 à 10, la constante de l'action de masse s'élève de 1 à 4 au-dessous de 180°, et qu'elle tombe de 3,5 à 1 vers 200°.

Rappelons ces expériences : F étant la fraction d'éther $C^5H^{11}Br$, décomposée sous la pression atmosphérique, F' celle qui est décomposée sous une pression dix fois plus faible ; K, K_1 et K_2 étant les constantes qui résultent de ces observations, et qui doivent être égales à une même température, on trouve par application directe de la formule $\frac{pp'}{q} = k$:

A 170°.	A 185°.	A 200°.
Pour $F = 0,05$ $K = 6,57$	Pour $F = 0,28$ $K_1 = 27$	Pour $F = 0,50$ $K_2 = 1250$
Pour $F' = 0,28$ $K = 27,2$	Pour $F' = 0,54$ $K_1 = 158$	Pour $F' = 0,69$ $K_2 = 384$

On voit qu'à 170°, à 185° ou à 200°, la constance de K n'existe pas, et qu'une fois de plus l'expérience confirme mes critiques.

M. Lemoine s'est attaché à prolonger l'action de la température pour atteindre l'équilibre ; il opérait dans des ballons de verre dur de 400^{cm^3} à 500^{cm^3}. De mon côté, j'ai vérifié qu'effectivement, à température rigoureusement constante, dans la vapeur d'aniline à 182°, il faut environ 2 heures pour obtenir une densité invariable, et que, d'autre part, l'action du gaz bromhydrique sur des ballons en verre fusible est insignifiante ; la petite quantité de bromure recueillie dans l'eau de lavage du ballon refroidi correspond en effet à celle qui résulte de la neutralisation de l'acide bromhydrique par la soude titrée, quelles que soient la pression et la quantité de gaz étrangers. La soude du verre basique n'a donc pas été attaquée. Ainsi sur des ballons de 174^{cm^3} j'ai trouvé :

Acide libre .... $0^{mol},68$	KBr .... $0^{mol},70$	Gaz étrangers .. $1^{cm^3},2$
Acide libre .... $0^{mol},84$	KBr .... $0^{mol},85$	Gaz étrangers .. $0^{cm^3},24$

M. Le Chatelier affirme, il est vrai, que « si l'on change la pression des deux composants, en laissant invariable la masse totale de chacun de ces deux corps, la loi des masses est par là même mise hors de cause (*Comptes rendus*, p. 1564) ». Cette opinion est particulière à M. Le Chatelier, car Van't Hoff, et plus récemment M. Nernst (*Chim. gén.*, t. II, p. 18) ont consacré de longues pages à l'étude de l'équilibre de peroxyde d'azote $Az^2O^4 = 2AzO^2$. Or ce système est formé de constituants dont la masse totale est forcément invariable puisqu'on ne peut les isoler à l'état gazeux.

Bien plus, le principe même de la démonstration classique de Van't Hoff, qui consiste à faire passer réversiblement un système de l'état PVT à l'état P'V'T, implique l'invariabilité des masses totales.

M. Le Chatelier estime encore que Van't Hoff a édifié sa formule sur des hypothèses arbitraires, sans valeur démonstrative. Ce n'était pas l'avis de Potier, auquel j'ai eu recours quand ce sujet fut inscrit dans le programme des leçons que je professe à l'École Polytechnique. Je possède encore, écrite de sa main, une démonstration basée sur les conceptions de Van 't Hoff. Pourtant ce juge compétent savait depuis 12 ans comment M. Le Chatelier avait « rendu le raisonnement de Gibbs absolument rigoureux ».

La méthode employée, et citée (*Comptes rendus*, p. 1566), par le savant traducteur de Gibbs, étant d'ailleurs basée sur une des hypothèses dont il blâme l'usage, semble alors peu faite pour donner la conviction que les incertitudes de la formule $\Sigma m \log p = k$ « sont de l'ordre de grandeur de la loi du mélange des gaz ». Le désaccord toujours renaissant entre l'expérience et la formule donne, en tout cas, l'impression que l'on ne saurait trop faire de réserves sur les théories ou les formules physico-chimiques et sur les conséquences qu'on en a tirées.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur une nouvelle réaction très sensible et caractéristique du brome libre.* Note de M. **Georges Denigès**, présentée par M. Charles Moureu.

I. Lorsqu'on verse une solution aqueuse de brome dans du bisulfite de rosaniline ([1]) *en solution dans l'eau*, il se forme d'abord une coloration pourpre ou violette, à laquelle fait bientôt suite un précipité violet. Quand on a versé une quantité suffisante d'eau bromée, toute la rosaniline est insolubilisée à l'état de dérivé bromé.

Le produit qu'on obtient ainsi est insoluble dans l'eau, le benzène, l'oxyde d'éthyle, l'éther de pétrole et le sulfure de carbone; un peu soluble dans la fuchsine bisulfitée; très soluble dans les alcools méthylique, éthy-

---

([1]) Une fuchsine bisulfitée préparée en ajoutant, à 1^l d'une solution aqueuse au millième de fuchsine, 10^{cm^3} de bisulfite de sodium à 30°-33° B., puis, après 5 minutes environ de contact, 20^{cm^3} de HCl pur ($D = 1,18$), convient très bien pour cet usage. On peut l'utiliser au bout de 1 ou 2 heures de préparation, alors même qu'elle aurait encore une légère coloration.

lique et amylique, dans l'acétone, l'acide acétique, le chloroforme et le tétrachlorure de carbone.

Les solutions dans ces deux derniers dissolvants, violettes ou rouge violet suivant leur concentration, présentent un spectre d'absorption à deux bandes, dont l'une, dans le bleu, est faible et mal délimitée, et dont l'autre, très nette dans le jaune orangé, correspond dans son milieu au $\lambda = 580$.

Le chloroforme et le tétrachlorure l'enlèvent très aisément à ses solutions dans le bisulfite de rosaniline et dans l'eau alcoolisée ou acétique, tandis que les mêmes dissolvants sont sans action sur les solutions, aussi concentrées soient-elles, de fuchsine ou des produits de condensation colorés que donnent les aldéhydes avec la fuchsine bisulfitée.

De fort minimes quantités de brome libre sont susceptibles de fournir ce dérivé, et ces doses peuvent être d'autant plus faibles que le réactif rosanilique renferme moins de bisulfite, dont l'action sur le brome est bien connue. Toutefois, j'ai constaté qu'on pouvait annihiler cette action et, par suite, rendre le phénomène indépendant du réactif, en mélangeant ce dernier, au moment de l'emploi, avec un égal volume d'eau oxygénée, dont le titre peut, indifféremment, varier de 2^{vol} à 12^{vol}.

II. En me basant sur les faits précédents, j'ai pu établir un mode de recherche du brome libre, en vapeurs ou en solution, très caractéristique et d'une exquise sensibilité.

a. On met, dans un tube à essai, 2^{cm^3} de rosaline bisulfitée, 2^{cm^3} d'eau oxygénée (de 2^{vol} à 10^{vol}), et l'on agite; on ajoute 1^{cm^3} de chloroforme, un certain volume (pouvant varier de 1 goutte à plusieurs centimètres cubes) de solution soupçonnée bromée, et l'on agite vivement; si, après quelques instants, le chloroforme se dépose coloré, c'est que le liquide examiné renfermait du brome. Une dose de ce métalloïde ne dépassant pas $0^{mg},01$, dans la prise d'essai, est encore appréciable, par une teinte améthyste et un spectre d'absorption fort net.

Si le brome est dans une atmosphère, on le fait passer bulle à bulle dans le réactif. S'il arrive qu'au bout d'un certain temps de passage du courant d'entraînement la couche aqueuse surnageant le chloroforme se colore légèrement, on n'en tient nul compte tant que le chloroforme lui-même ne se colore pas ou ne prend pas de coloration en l'agitant avec le réactif.

b. On peut, à l'aide du bisulfite de rosaniline, confectionner un papier réactif de bonne conservation et très sensible pour rechercher le brome. Pour cela on imbibe du papier à filtrer de fuchsine bisulfitée, préparée de préférence comme il est indiqué au renvoi précédent. On essore ce papier et on le laisse sécher à l'air libre. Quand il est à peu près sec, on le découpe en bandelettes, qu'on enferme dans un flacon bien bouché. Pour l'usage, ces bandelettes sont *très légèrement* humectées avec de l'eau additionnée de 1 à 2 pour 100, en volume, de HCl pur, puis plongées un temps suffi-

sant dans l'atmosphère où l'on recherche le brome : le papier prend une coloration rouge violet en présence de ce métalloïde. En le mettant ensuite dans un tube avec 1 ou 2 gouttes de HCl, il se décolore; l'addition d'eau fait reparaître la coloration, qui passe en grande partie dans le liquide aqueux, lequel la cède au chloroforme par une vive agitation.

Ce papier, qui prend parfois une teinte lilas très faible quand il a été trop desséché avant sa mise en flacon — teinte qui d'ailleurs n'en compromet pas l'emploi — ne se colore en violet ni sous l'influence de l'iode, ni sous celle du chlore. Ajoutons que ce dernier donne, avec le bisulfite de rosaniline dissous, un dérivé chloré rouge, soluble aussi dans le chloroforme, mais dont les caractères chromoscopiques et spectroscopiques (une bande dans le jaune et dont le milieu répond au $\lambda = 558$) sont tout différents de ceux du dérivé bromé, dont il n'empêche pas la formation, même lorsqu'il est mélangé au brome en quantité prédominante (15 à 20 fois en volume).

Sa limite de sensibilité est celle du réactif liquide. En mettant dans un tube à essai 2^{cm^3} d'une solution de BrK correspondant à $0^{mg},013$ de brome, ajoutant $0^{cm^3},5$ de CrO^4K^2 à 10 pour 100, $0^{cm^3},5$ de SO^4H^2 et agitant, ajoutant un petit fragment de marbre pour développer un entraînement gazeux très lent, enfin suspendant à 2^{cm} ou 3^{cm} de la surface du liquide une bandelette-réactif, humectée d'eau *acidulée*, on observe, après quelque temps, une coloration violette très nette de la partie inférieure du papier. Cette réaction peut être réalisée en présence de plusieurs milliers de fois une dose équivalente de chlorures, d'un très grand excès d'iodures, et permet de déceler et même de doser (par comparaison avec des étalons ou par la méthode des dilutions limites) le brome dans les circonstances les plus variées : dans les chlorures alimentaires ou commerciaux (sur quelques centigrammes); dans les iodures (5^{mg} à 10^{mg}); dans les résidus d'incinération (matières organiques ou organisées, urines) et d'évaporation des eaux naturelles, etc.

BOTANIQUE. — *Variations de l'optimum de température sous l'influence du milieu chez le* Mucor Rouxii. Note de M. **Maurice Durandard**, présentée par M. Gaston Bonnier.

D'une façon générale, quand on indique une température optima pour un Champignon inférieur, il s'agit de cultures sur milieux favorables, c'est-à-dire sur ceux qui donnent le plus vite et le plus abondamment les formes naturelles. Il est implicitement admis que, pour tout autre milieu, à cette même température correspondra le plus grand développement, et l'on parle comme d'une entité de *l'optimum* d'une espèce. Nos récentes observations sur le *Mucor Rouxii* établissent bien, croyons-nous, que, du moins pour certaines espèces, c'est là une erreur.

Le *Mucor Rouxii* Wehmer (*Amylomyces Rouxii* Calmette), Champignon de fermentation de l'eau-de-vie de riz annamite, présente, d'après Calmette,

un optimum de température de 35°-38° sur riz, et, d'après Wehmer, *d'à peu près* 40° sur solutions sucrées. Ces chiffres peuvent être considérés comme analogues. Peut-on dire, en généralisant, que ce Champignon possède *un optimum spécifique* compris entre 35° et 40°?

Pour nous en assurer, nous avons ensemencé ce *Mucor Rouxii*, suivant le procédé de la goutte pendante, en petite cellule (lame porte-objet évidée), sur milieux favorables et sur ces mêmes milieux additionnés de quantités croissantes de sérum de cheval. Des recherches antérieures nous avaient démontré l'action nocive de ce sérum sur le *Mucor Rouxii*. Un lot a été placé à l'étuve à 35°, l'autre laissé à la température du laboratoire (14°-18°). Des cultures de ces lots furent ensuite simultanément fixées à l'acide osmique, puis colorées au bleu lactique. Elles pouvaient être ainsi examinées à loisir, et les résultats étaient, néanmoins, exactement comparables.

Dans ces conditions, voici quelle fut l'influence combinée de la température et du milieu :

Sur eau de riz et moût de bière, le développement fut plus rapide et plus grand à la température de l'étuve.

Sur mélange de 9 parties d'eau de riz et 1 *partie de sérum*, le mycélium apparut plus vite et jusqu'à la 109e heure demeura plus abondant à la température de l'étuve. Mais à la 132e heure, le développement était évidemment moins grand à 35° qu'à la température du laboratoire.

Sur mélange de 9 parties de moût de bière et 1 *partie de sérum*, le début du développement fut beaucoup plus rapide à 35°, et jusqu'à la 88e heure la croissance demeura favorisée par cette température. Mais à la 112e heure le plus grand développement correspondait au lot laissé à la température du laboratoire.

Sur mélange de 8 parties de moût de bière et 2 *parties de sérum*, à la 62e heure le développement est encore plus grand à 35°. Mais à la 88e heure, il l'est moins que dans les cultures de même âge soumises à la température du laboratoire.

Sur mélange de 7 parties de moût de bière et 3 *parties de sérum*, on observe aux deux températures un retard considérable dans la germination : à la 15e heure aucune spore ne s'est encore déformée. A la 37e heure on remarque un faible pointement mycélien à 35°, et rien n'est encore apparu à la température du laboratoire. Mais à la 62e heure la croissance est plus accusée à cette dernière température.

Sur mélange de 6 parties de moût de bière et 4 *parties de sérum*, il existe aux deux températures un retard considérable dans la germination. A la 37e heure un très petit nombre de spores des cultures laissées à la température du laboratoire, ébauchent leur germination et continueront à croître lentement par la suite. Par contre, au bout de 18 jours, laps de temps suffisant pour que l'on puisse considérer la croissance comme terminée, aucune germination ne s'est produite dans les cultures à 35°.

Le développement est, en général, inversement proportionnel à la

quantité de sérum du mélange nourricier; il est nul quand elle devient supérieure à la moitié. De plus, pour $\frac{2}{10}$ de sérum, un assez grand nombre de spores ne germent pas. Ce nombre progresse de $\frac{2}{10}$ à $\frac{4}{10}$. Il est plus grand pour les cultures mises à l'étuve, jusqu'à devenir ∞ pour $\frac{4}{10}$ à 35°.

En vue de contrôler ces résultats, une partie A du lot de cultures sur mélange de 6 parties de moût de bière et 4 parties de sérum fut retirée de l'étuve à la 110e heure et laissée à la température du laboratoire. Ce lot ne présentait à ce moment aucune germination, tandis que dans le lot B de cultures de même âge laissé depuis l'ensemencement à la température du laboratoire, bien que les spores ayant germé fussent rares, quelques-unes avaient cependant donné de très courts filaments, de 7^{μ} à 51^{μ}.

Examinées de nouveau à la 260e heure, soit pour la partie A après 109 heures 30 minutes d'étuve et 150 heures de laboratoire, et, pour le lot B, après 259 heures 30 minutes de laboratoire, ces cultures apparurent ainsi :

Cultures A : la plus grande partie des spores n'ont pas germé, mais un nombre notable ont donné des filaments très longs relativement à la mauvaise qualité du milieu (de 1161^{μ} à 2592^{μ}). On trouve jusqu'à 6 de ces filaments par spore.

Cultures B : la plupart des spores ont germé en filaments d'une longueur de 57^{μ} à 1290^{μ}.

Les cultures de même âge laissées à l'étuve depuis l'ensemencement ne présentaient, peut-on dire, aucune germination, car, à côté des milliers de spores n'ayant pas germé, quatre seulement avaient produit de courtes formes multifilamenteuses d'une longueur de $16^{\mu},5$ à 186^{μ}.

Si les spores des cultures faites sur mélange de 6 parties de moût de bière et 4 parties de sérum n'ont pas germé, c'est donc que la température maxima est, dans ces conditions, inférieure à 35°.

Il ressort des observations précédentes en ce qui concerne le *Mucor Rouxii* les conclusions suivantes :

1° Il n'y a pas *un optimum* de température, mais *des optima*, variables suivant le milieu.

2° En milieu favorable, l'optimum est élevé; en milieu défavorable, il est bas; en milieu intermédiaire, une température élevée accélère le début du développement, mais est finalement moins avantageuse pour le Champignon qu'une température basse.

On voit sous quelles réserves il convient d'admettre les optima uniques

de température indiqués pour certains Champignons. Ces optima ne sont vrais, en réalité, que pour certaines conditions de milieu qu'il est toujours nécessaire de préciser.

MYCOLOGIE. — *Sur la cytologie du* Capnodium meridionale *et du mycélium des Fumagines.* Note de M. G. **Arnaud**, présentée par M. L. Mangin.

Le mycélium des Fumagines (*Capnodium meridionale*, *Limacinia Citri*, *Cladosporium herbarum*, *Alternaria tenuis*, *Dematium pullulans*) est formé par des filaments cloisonnés, les cavités (*a*) cellulaires communiquent entre elles par un fin canal; cette structure est probablement générale chez les champignons supérieurs (Dangeard, etc.). Quand deux filaments se rencontrent, ils s'anastomosent en général par un canal semblable. Dans les stromas, toutes les cellules sont souvent anastomosées en réseau (*g*).

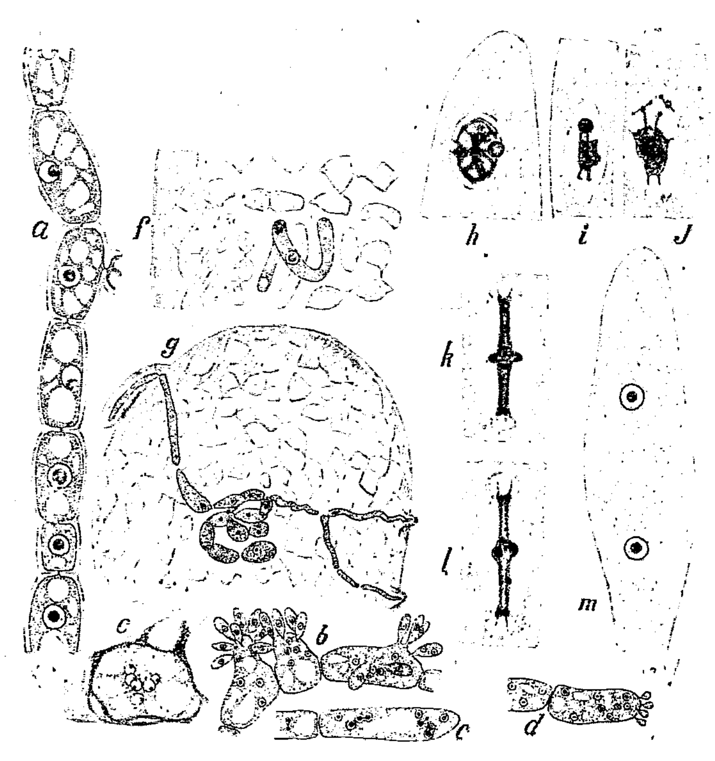
Les cellules sont uninucléées (*a*), sauf chez *Dematium pullulans*. Chez ce dernier les cellules des filaments sont plurinucléées (*c*); les levures (*b*, *d*) peuvent être plurinucléées avant de se détacher, les bulbilles ou gemmes ont des cellules à deux ou trois noyaux, parfois davantage (*e*).

Chez *Capnodium meridionale* (comme chez *Limacinia Citri* et probablement chez les autres Fumagines) la masse générale des conceptacles a une origine indépendante de la sexualité : pycnides et périthèces sont homologues au début. L'ascogone se montre (*f*) dans un stroma ayant presque le volume du périthèce définitif.

On trouve parfois autour des cellules dérivées de l'ascogone des filaments analogues aux pseudo-trichogynes signalés chez divers Ascomycètes (*Collema*, *Polystigma*) (*g*); ces filaments septés n'ont, semble-t-il, aucune signification au point de vue de la reproduction. Le développement des hyphes ascogènes n'a pu être suivi. Les cellules mères d'asques à deux noyaux sont extrêmement petites et la fusion nucléaire n'a pas été observée. Les asques s'allongent en un fin pédicelle, puis se renflent en massue à la moitié supérieure, et restent uninucléés jusqu'à ce qu'ils aient atteint leurs dimensions définitives. Le noyau unique présente une membrane nucléaire, un nucléoplasme assez chromatique et un nucléole médiocre.

La division se fait par une mitose ayant des analogies, à la fois avec celle décrite chez les Érysiphacées (Harper) et celle des Basidiomycètes (Maire). Quelques figures (*i*, *j*) *semblent* indiquer que le fuseau serait, à l'origine,

double et serait analogue aux deux chromosomes des Urédinées (Sappin-Troufy) et que le nucléole se désagrégerait à une extrémité du fuseau, en lui fournissant, peut-être, une partie de sa chromatine. Le fuseau est très net au stade de la plaque équatoriale, il est fortement colorable (hématoxyline ferrique) surtout aux extrémités (centrosomes?) qui semblent bilobées et présentent des stries rayonnantes (aster) dont deux plus marquées. Les chromosomes au nombre de *quatre* sont petits (*k*); ils se divisent en accent



a. Limacinia Citri. — *b* à *c*, *Dematium pullulans*, gr. 1100, sauf d. : 1500. — *f* à *m*. *Capnodium meridionale* : *f-g*, gr. 1100; *h-i-j*, gr. 2500; *k-l-m*, gr. 4000 env.

circonflexe et non simultanément (*l*). La division donne deux noyaux ayant l'aspect de noyaux végétatifs (*m*). Après deux autres divisions l'asque contient huit noyaux, origine de huit ascospores. Dans celles-ci le cloisonnement suit les divisions du noyau; il y a d'abord une, puis trois cloisons transversales formant quatre cellules qui se subdivisent ensuite par des cloisons longitudinales. Les cellules de la spore mûre sont uninucléées.

En résumé, le *Capnodium meridionale* se distingue, au point de vue cytologique, par l'étroitesse et la colorabilité du fuseau de division; le nombre

de chromosomes, quatre, est celui qui est indiqué par plusieurs auteurs comme étant le nombre habituel chez les Ascomycètes.

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Composition chimique du sang et hémolyse.* Note de MM. **André Mayer** et **Georges Schaeffer**, présentée par M. Dastre.

On admet actuellement que toute action hémolytique d'un sérum sur une espèce globulaire donnée est due à la présence d'un *anticorps* spécifique adapté à cette espèce globulaire. On imagine donc qu'il y a autant d'*anticorps* que d'*antigènes*. Nous avons montré, dans un travail antérieur (¹), qu'il n'est peut-être pas nécessaire d'admettre l'existence de ces différences *qualitatives* entre les sérums. Les phénomènes observés peuvent s'expliquer par des variations *quantitatives;* ils seraient sous la dépendance de paramètres que nous avons distingués, et notamment de deux principaux : le premier mesurant la *résistance globulaire* aux sérums hémolytiques, et dû à l'existence d'un élément croissant d'une espèce globulaire à l'autre; le second mesurant le *pouvoir hémolytique*, et dont un des facteurs est un élément croissant quantitativement d'un sérum à l'autre. Nous croyions donc que la spécificité n'est que la traduction des modalités de proportion d'éléments chimiques toujours les mêmes, et non qualitativement distincts.

Quels sont donc ces éléments constituants du sang dont dépendent les paramètres que nous avions mis en évidence? Dans les tableaux d'analyse classique (Abderhalden) on ne trouve rien d'analogue à ce que nous cherchons : par exemple, la teneur en éléments azotés (notamment en hémoglobine), en éléments lipoïdes, en phosphore total ou nucléinique, en sels, ne nous permet pas de classification superposable à celle que nous avons indiquée dans notre travail. Cela peut être dû à l'imperfection des méthodes d'analyses alors employées (1898). Mais celles qui ont servi à doser la plupart des éléments considérés n'ont pas subi depuis cette époque de perfectionnements tels qu'on puisse s'attendre, en recommençant le travail, à trouver des résultats différents; toutefois, il n'en est pas de même des éléments lipoïdes dont le dosage a été, dans ces dernières années, grandement amélioré. Comme toute une série de considérations et d'expériences, sur

(¹) *Journal de Physiologie et de Pathologie générale*, t. XIII, n° 4, juillet 1911.

lesquelles nous reviendrons, nous montraient que c'est du côté de ces éléments que devait s'orienter la recherche, c'est dans cette voie que nous avons porté nos efforts. Nous avons donc entrepris d'analyser les globules et les sérums des espèces antérieurement examinés par nous, au point de vue de leur teneur en cholestérine et en phosphatides.

La cholestérine a été dosée par la méthode de Windaus, appliquée comme nous l'avons indiqué (1). Pour les phosphatides, nous ne pouvions les doser qu'indirectement, par deux de leurs éléments : les acides gras non volatils, méthode de Kumagawa Shimidzu ; le phosphore (méthode de Neumann ; minéralisation et dosage volumétrique appliqué à l'extrait éthéré de l'extrait alcoolique). Nos dosages ont toujours porté sur des globules lavés trois fois aseptiquement dans l'eau salée à 9 pour 1000, en en prenant environ 25g humides ; pour les sérums, sur des sérums de caillot, en en prélevant 25^{cm^3} à 30^{cm^3}. Pour les petits animaux, chaque dosage représente une opération faite sur un mélange, tant pour les globules que pour le sérum : cobaye, 25 animaux ; lapin, 3 ; poule, 10 à 12 ; anguille, 5 ou 6. Les animaux employés étaient tous normaux, et nous avons volontairement négligé de tenir compte de leur état de digestion.

Nous avons dosé dans les sérums : la cholestérine totale, la cholestérine libre et la cholestérine combinée, le phosphore des phosphatides, les acides gras ; dans les globules : le phosphore, les acides gras, la cholestérine totale. L'examen des concordances analytiques montre que, pour la cholestérine totale, les dosages donnent une erreur inférieure à 1 pour 100. Pour les acides gras, dans le sérum, elle est inférieure à 1 pour 100, dans les globules à 5 pour 100. Pour le phosphore, les dosages portant sur des quantités très petites (moins de 1^{mg} pour les globules), l'erreur peut être plus forte. Nous ne donnerons dans cette Note que les teneurs en cholestérine totale et en acides gras (2). D'autre part, l'examen de nos chiffres montre qu'il y a, pour tous ces corps, d'assez notables différences quand on considère les individus d'une même espèce. Toutefois ces différences sont bien moins fortes que celles qu'on observe quand on compare les espèces entre elles.

---

(1) *Comptes rendus des séances de la Société de Biologie*, t. LXXII, mars 1912, p. 362.

(2) Quoique nous ne considérions nos nombreux dosages de phosphore que comme donnant une première approximation, ils nous montrent cependant : 1° que la quantité de phosphore lipoïdique croît, dans l'ensemble, comme la quantité d'acides gras (exemple : P^2O^5 en grammes pour 100 sec, cobaye, globules 0,082, sérum 0,023 ; poule, globules 0,125, sérum 0,335) ; 2° que le rapport phosphore — acides gras oscille très peu autour d'une constante, sauf pour le lapin où il est juste moitié moindre. Les acides gras dosés semblent donc engagés dans un phosphatide dont la constitution varie peu d'un animal à l'autre.

Composition du sang en lipoides :

Moyennes en grammes pour 100g secs.

	Globules.			Sérums.		
Animaux.	Nombre de dosages.	Acides gras.	Cholestérine totale.	Nombre de dosages.	Acides gras.	Cholestérine totale.
Cobaye....	4	0,822	0,336	5	1,679	0,383
Lapin......	4	0,847	0,313	4	2,472	0,515
Cheval.....	6	0,862	0,353	7	3,092	0,909
Mouton....	6	0,907	0,405	7	2,058	0,909
Bœuf......	12	0,869	0,359	7	2,280	1,132
Porc......	8	0,951	0,376	8	2,923	1,292
Chien......	7	1,082	0,332	7	5,238	1,467
Poule.....	6	1,247	0,373	8	7,469	1,700
Murène....	»	»	»	2	9,006	2,411
Anguille...	»	»	»	2	22,570	6,836

Composition du sang et hémolyse :

a. Hémolyse par les sérums hétérogènes. — 1° Nous avions indiqué que les globules des différentes espèces sont inégalement résistants aux sérums hétérogènes. L'ordre de résistance croissante est le suivant : Cobaye, lapin, cheval, mouton, bœuf, porc, chien, poule.

Nous disions qu'il devait se trouver dans les globules un élément, un paramètre variant quantitativement dans le même ordre. Nous trouvons au moins un facteur de ce paramètre dans notre Tableau. Ce sont les acides gras non volatils.

2° D'autre part, les différents sérums normaux sont inégalement hémolytiques. L'ordre de puissance croissante est le suivant : Cobaye, lapin, cheval, mouton, bœuf, porc, chien; puis, avec des différences, poule, murène et anguille.

Il se trouve dans la composition au moins un élément variant dans le même ordre, c'est la cholestérine; c'est donc un des facteurs du paramètre prévu.

b. Hémolyse par les agents hémolytiques. — Comme nous l'avons dit, l'ordre de résistance globulaire varie avec l'agent hémolytique considéré. Par exemple, l'ordre de résistance croissante à l'oléate de soude, au taurocholate de soude et, sauf certaines modalités (paradoxe hémolytique de

Moore) à d'autres agents encore (glucosides, etc.) est le suivant : lapin, chien, cobaye, cheval, bœuf, porc, mouton.

Le paramètre dont dépend la résistance ne peut donc pas être le même dans le cas des sérums et dans celui de ces agents; dans ce dernier cas, le paramètre dépend d'un facteur qui est l'inverse de la teneur en cholestérine.

On voit dès à présent que l'analyse montre bien les différences quantitatives que nous supposions exister entre les sérums et entre les globules des différentes espèces. L'établissement des paramètres que nous cherchions et qui, nous l'avons montré, jouent un rôle dans l'action des sérums hémolytiques naturels ou acquis, sera donc possible.

Nous avons d'ailleurs reconnu que des paramètres dépendant des mêmes facteurs peuvent être déterminés pour des cellules autres que celles du sang; et qu'ils conditionnent des phénomènè généraux dont l'hémolyse n'est qu'un cas particulier.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Synthèse de galactosides d'alcools à l'aide de l'émulsine. Éthylgalactoside* β. Note de MM. **Em. Bourquelot** et **H. Hérissey**, présentée par M. Jungfleisch.

Tous les glucosides d'alcools que l'un de nous, en collaboration avec M. Bridel, a jusqu'ici obtenus par action synthétique de l'émulsine, sont des dérivés du glucose *d*, qui doivent être rangés dans la série β ; les recherches de Bourquelot et Bridel démontrent que l'émulsine, considérée en tant que ferment spécifique des glucosides β du glucose *d*, est susceptible de réaliser la synthèse de ces derniers principes aussi bien que leur hydrolyse.

On sait que l'émulsine des *amandes* est, en réalité, un mélange de plusieurs ferments et qu'elle possède, en particulier, une action hydrolysante sur le lactose; cette propriété, comme nous l'avons démontré [1], doit indubitablement être rapportée à la présence de lactase dans le ferment extrait des amandes.

Cette présence de lactase dans l'émulsine des amandes nous a incités à essayer ce dernier ferment en vue de l'obtention, par synthèse biochimique,

---

[1] *Comptes rendus*, t. 137, 1903, p. 56.

de dérivés du galactose *d*, comparables aux dérivés β du glucose *d*, dont la synthèse est réalisée par l'émulsine *proprement dite*.

Nous avons constaté que l'émulsine des *amandes* détermine bien une réaction synthétisante entre le galactose et l'alcool éthylique. Ainsi, dans une première expérience, une solution de galactose (1^g pour 100^{cm^3}) dans l'alcool à 84^c-85^c accusait, au polarimètre, sous l'influence de l'émulsine (1^g pour 100^{cm^3}), après 114 jours ($t = 13°$-$23°$), un retour vers la gauche de 64' environ ($l = 2$). Dans une deuxième expérience identique, sauf le degré de l'alcool employé qui était alors de 79^c-80^c, la diminution de la rotation a été de 60' en 101 jours.

Préparation de l'éthyl-d-galactoside β. — Dans le but d'isoler le galactoside dont la formation paraissait ainsi démontrée, on a fait réagir $4^g,75$ d'émulsine (soit $0^g,50$ pour 100^{cm^3}) sur 950^{cm^3} d'une solution de galactose à 1^g pour 100^{cm^3}, dans l'alcool à 79^c-80^c. Après 83 jours à la température ordinaire (13°-23°) et un chauffage d'environ 16 heures à 40°, la rotation initiale avait baissé de 40'. 850^{cm^3} de liqueur filtrée (correspondant à $8^g,50$ de galactose) ont été distillés, puis évaporés à sec sous pression réduite; on a obtenu un extrait translucide, à peine jaunâtre, qui a été repris par 250^{cm^3} d'éther acétique anhydre bouillant. La solution dans l'éther acétique, décantée encore tiède, a laissé déposer, par refroidissement et repos de 24 heures, un produit cristallisé sous forme d'aiguilles groupées en houppes; ce produit a été recueilli à la trompe, lavé avec 10^{cm^3} d'éther acétique anhydre et séché dans le vide sulfurique ($p = 1^g,50$ environ).

La solution limpide a été ensuite concentrée jusqu'à 60^{cm^3} environ; par refroidissement, elle s'est prise en une gelée transparente qui s'est rapidement transformée en fines aiguilles; les cristaux ont été essorés après 4 ou 5 jours et séchés dans le vide sulfurique ($p = 1^g,20$ environ).

C'est plus spécialement sur ce dernier produit qu'ont porté les diverses déterminations indiquées ci-dessous.

Propriétés de l'éthylgalactoside obtenu par synthèse au moyen de l'émulsine. — Le corps se présente au microscope sous forme de fines aiguilles incolores. Il est sans odeur, il possède une saveur très légèrement sucrée. Il est hygroscopique. Il fond complètement entre 123° et 125°. Il est très soluble dans l'eau et dans l'alcool. Le pouvoir rotatoire, dans l'eau, du corps séché dans le vide sulfurique, à la concentration de $4^g,573$ pour 100^{cm^3}, est de $-4°,0$ ($v = 15^{cm^3}$, $l = 2$, $p = 0,686$, $\alpha = -22' = -0°,366$). Il ne donne que des traces de réduction avec la liqueur cupro-sodique.

L'acide sulfurique à 2^g pour 100^{cm^3} l'hydrolyse complètement en 3 heures à la température du bain-marie bouillant; l'alcool a été caractérisé dans les produits de l'hydrolyse qui a fourni, en outre, du galactose qu'on a isolé à l'état cristallisé.

Le glucoside est aussi hydrolysé par l'émulsine des amandes, la réaction se faisant toutefois avec une certaine lenteur, ce qui s'explique aisément dans l'hypothèse que ce n'est pas l'émulsine proprement dite qui est l'agent dédoublant, mais bien la lactase qui accompagne cette dernière en petite quantité dans le produit retiré des amandes. Le képhir détermine aussi une lente hydrolyse.

Toutes ces propriétés (sauf toutefois le point de fusion) coïncident avec celles attribuées à l'éthylgalactoside β, préparé synthétiquement par E. Fischer et E.-F. Armstrong (¹) à l'aide du β-acétochlorogalactose.

Bourquelot et Bridel ont montré que l'éthylglucoside β, composé lévogyre est transformé en son stéréoisomère α, dextrogyre, sous l'influence de l'acide chlorhydrique en solution dans l'alcool éthylique (²). Nous avons constaté qu'il était possible de réaliser une isomérisation du même ordre à partir de l'éthylgalactoside β ; ainsi une solution de $0^g,298$ de glucoside dans de l'alcool chlorhydrique (quantité suffisante pour 15^{cm^3}) à 24-25 pour 100 de HCl, donnait, après moins de 24 heures, une rotation de $+5°14'$ $(l=2)$. Cette réaction d'isomérisation est vraisemblablement applicable à tous les glucosides de la série β.

Comme le montrent d'autres expériences en cours, la méthode biochimique, qui nous a conduits à l'obtention de l'éthylgalactoside β, permettra vraisemblablement d'obtenir les galactosides β de nombreux alcools.

ZOOLOGIE. — *Un cas de reproduction extraordinaire chez un Protiste,* Polyspira Delagei *Minkiew*. Note (³) de M. **Romuald Minkiewicz**, transmise par M. Yves Delage.

Le cas est plus intéressant que je ne l'ai pensé lorsque j'écrivais ma Note précédente, il y a un mois (⁴), et il gagne encore en portée générale, bien que, sous plus d'un rapport, il ait changé d'aspect, comme nous allons le voir.

A. *Division : chaînettes unisériées.* — Après la fragmentation définitive

(¹) *Ber. chem. Ges.*, t. XXXV, 1902, p. 3153.

(²) *Comptes rendus*, t. 154, 1912, p. 1738.

(³) Transmise dans la séance du 7 octobre 1912.

(⁴) R. Minkiewicz, Ciliata chromatophora, *nouvel ordre d'Infusoires à morphologie et reproduction bizarres* (*Comptes rendus*, t. 155, 2 septembre 1912).

de ces chaînettes, les individus qui en résultent, au nombre d'une vingtaine, diffèrent, sous tous les rapports, de leur cellule-mère : habitus général, mouvements, morphologie externe et interne, tout est autre. Ce sont des vrais *mérozoïtes*, ressemblant aux mérozoïtes sortis des kystes des *Gymnodinioïdes*, seules leurs dimensions étant beaucoup plus grandes. C'est lors du dernier stade de schizogonie, après que les chaînettes se sont rompues, que se développent surtout ces changements de structure des mérozoïtes, qui, obtus et trapus primitivement, demeurent immobiles sur le fond des cuvettes durant 24 heures à peu près, en acquérant petit à petit leur forme définitive, fusiforme, plus aiguë en avant et aplatie ventralement.

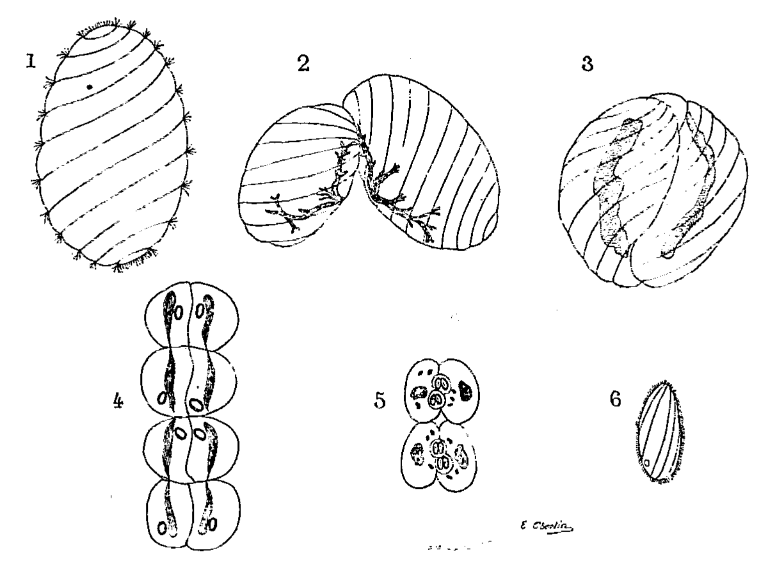
Le fait de *métamorphose schizogonique et postschizogonique chez un Protiste se divisant à l'état libre* me paraît fort intéressant, surtout quand on arrivera à le connaître dans tous ses détails et à le comparer pas à pas au processus de division dans les kystes des *Gymnodinioïdes* aboutissant au même résultat.

Mais cette *schizométagonie*, qui donne des mérozoïtes différant de leur cellule-mère, doit avoir un autre côté, un processus de retour de la forme mérozoïtique à la forme initiale, à la cellule-mère. Quel est ce processus, comment et quand se développe-t-il ? Je l'ignore toujours, malgré les recherches poursuivies pendant 2 mois de séjour au Laboratoire de Roscoff. Dans mes cultures, les mérozoïtes meurent invariablement au bout de 5 à 8 jours, sans montrer une tendance quelconque à se transformer en individus semblables à leur mère, bien que parfois ils aient subi d'autres changements, par exemple dans la distribution de leurs corpuscules chromatophores et dans leur pigment même, qui vers la fin de leur vie devenait *rouge sanguin*, phénomène dont je ne m'explique pas la signification ni la causalité.

B. *Un autre problème* se joint nécessairement à celui du sort ultérieur des mérozoïtes, aussi bien de ceux des *Polyspira* que de ceux des *Gymnodinioïdes* : d'où vient-il que ces Spirotrichiens se trouvent dans les mues des Crustacés Décapodes immédiatement après qu'ils viennent de muer, et souvent en quantité fort considérable ? J'ai compté plusieurs fois jusqu'à 600 Gymnodinioïdes dans une carapace d'un tout petit Pagure des Troques. Il faut dire de suite que les Polyspires ne se rencontrent qu'en très faible quantité et, paraît-il, dans les mues des Pagures exclusivement, tandis que les Gymnodinioïdes ont été trouvés dans celles des Pagures, *Maia*, *Xantho*, *Porcellana*, *Galathea*, et presque dans toutes les carapaces que j'ai ramassées dans les aquariums et sur la grève. Mais ce n'est que dans des mues des Pagures que les Spirotrichiens revêtent d'autres couleurs que le jaune ; le plus souvent même, ils

sont bleus ou bleuâtres ; dans d'autres mues, je n'en ai trouvé que des jaunes ou jaunâtres.

D'où viennent ces Infusoires dont, malgré des recherches assidues, je n'ai pas trouvé un seul, et en aucun stade, en dehors des mues, ni dans le plankton, ni sur le fond ou les parois de mes aquariums, ni dans les excréments des Crustacés correspondants, tandis que les autres Infusoires qu'on rencontre dans des mues (*Euplotes*, *Strombidium*, *Styloplotes*, *Uronichia*, etc.), se trouvent abondamment et partout ailleurs? Les mérozoïtes ne traversent-ils, avant de se transformer en Spirotrichiens adultes, un stade parasitaire quelconque, et dans quels organes des Crustacés correspondants : sous l'épiderme ou bien dans l'estomac? Pour le moment, je considère simplement ces Infusoires comme habitant des mues, et je propose le nom d'*Ecdysicolidæ* pour toute cette famille de Spirotrichiens.



1. L'extérieur d'une Polyspire. — 2. L'accouplement : premier stade. — 3. La soudure complète : deuxième stade. — 4. Une chaînette bisériée. — 5. L'échange des micronuclei : coïncidence des stades. — 6. Un mérozoïte.

C. *Conjugaison : chaînettes bisériées.*

Je suis heureux de pouvoir corriger moi-même une erreur capitale que j'avais commise dans ma Note précédente, et qui m'a été suggérée par l'aspect de ces chaînettes et corroborée par ce fait que je n'avais jamais vu les stades antérieurs. Ce n'est que dans la dernière semaine de mon séjour à Roscoff que j'en ai trouvé, et en grande quantité, dans une mue de Pagure. Et, ces stades initiaux changent radicalement l'ensemble du phénomène et l'explication que j'en ai donnée.

Le phénomène commence par une conjugaison, par un accouplement de deux Polyspires. Donc, point de division longitudinale, point de cette dischi-

zogonie incompréhensible, point d'adelphogamie. C'est une conjugaison dès le commencement et jusqu'à la fin, mais une conjugaison bien extraordinaire, où s'intercalent plusieurs divisions transversales des deux conjoints.

L'accouplement se produit ventralement, par les extrémités antérieures, sous un angle presque droit. Les deux conjoints sont très souvent d'une taille fort différente (*anisogamie initiale*). Ils nagent vite, se soudant de plus en plus intimement et s'embrassant l'un l'autre spiralement en 8.

Deux, trois, jusqu'à quatre jours se passent avant que leur soudure s'accomplisse définitivement, et ce n'est qu'alors que les macronuclei se trouvent ramassés et portés vers l'intérieur des deux cellules, qui se préparent à se diviser.

Mais, tout en se soudant, les conjoints augmentent de taille, surtout celui qui a été le plus petit, et qui égale peu à peu l'autre, avant que les divisions transversales soient commencées (*isogamie consécutive*). Ainsi, l'accouplement, non seulement n'empêche pas les phénomènes de croissance, mais me semble encore les stimuler en certains cas.

L'accouplement n'a pas été provoqué ni déterminé par des besoins karyogamiques, par une sénescence ou un épuisement des cellules, par une dépression de *kernplasmarelation*, parce que les changements karyogamiques réductifs et régressifs ne commencent ici que fort tardivement et après que les phénomènes progressifs de croissance et de division répétée ont évolué normalement.

Il existe *une coïncidence* surprenante des changements internes et des stades successifs de division et de conjugaison entre les deux moitiés d'une chaînette bisériée (*courant transversal de corrélation*), coïncidence qui dure jusqu'à la séparation définitive des mérozoïtes conjoints. Il existe une même coïncidence des changements entre les chaînons de chaque moitié (*courant longitudinal de corrélation*), même à ce stade si fugitif de l'échange et de la fusion des micronuclei.

Cette coïncidence ne peut être conçue que comme une *corrélation fonctionnelle*, comme une influence réciproque et cyclique de tous les chaînons d'une chaînette bisériée. C'est une *corrélation syndesmogamique*, si nous donnons le nom de *syndesmogamie* à l'ensemble du phénomène.

Les stades karyogamiques de cette conjugaison extraordinaire se présentent comme un cas particulier de pédogamie entre les mérozoïtes, mais l'ensemble de la conjugaison n'est pas du tout pédogamique car l'accouplement a lieu entre les individus adultes et prêts à se diviser.

Les deux phases essentielles du phénomène, l'accouplement et la karyogamie, sont donc radicalement séparées l'une de l'autre, et leurs causes physiologiques doivent, par conséquent, être recherchées séparément et indépendamment. Ce n'est que l'accouplement seul qui se présente comme phénomène primaire et primitif, la karyogamie n'étant qu'un phénomène secondaire, consécutif et corrélatif, résultant de l'union et des échanges réciproques de deux masses cellulaires, nécessairement, biontiquement différentes.

Il serait fort intéressant de comparer la syndesmogamie des Polyspires à l'ensemble des processus gamogoniques des Grégariniens d'une part, et des champignons inférieurs de l'autre.

Il me reste à ajouter que les ex-conjugués de nos chaînettes subissent deux sortes de changements : ceux d'ex-conjugaison et ceux de métamorphose postschizogonique, simultanément. C'est une *métagonie syndesmogamique*.

GÉOLOGIE. — *Sur l'existence de plusieurs nappes superposées dans la Cordillère cantabrique, entre Santander et Llanes.* Note de MM. **Léon Bertrand** et **Louis Mengaud**, présentée par M. Pierre Termier.

Dans une Note (1) publiée ici même, en 1905, M. Pierre Termier a exposé diverses particularités de la structure de la région à l'ouest de Santander et annoncé que, sans aucun doute, la Cordillère cantabrique est un *pays de nappes*. Depuis lors, l'un de nous, M. Mengaud, a entrepris l'étude détaillée d'une partie de la même région et publié plusieurs Notes sur la stratigraphie des terrains qui s'y rencontrent; il a, de plus, récemment repris la question tectonique, en indiquant que les grès paléozoïques du petit chaînon côtier de Pimiango, qui se terminent, vers l'Est, un peu avant San Vicente de la Barquera, chevauchent en leur bord méridional sur le Crétacé ou le Nummulitique. Au cours d'une récente excursion de quelques jours, nous avons observé en commun divers faits très caractéristiques, que nous croyons utile de signaler sommairement.

Tout d'abord, l'étude de la petite chaîne littorale en question et de sa prolongation occidentale nous a permis de constater que les grès de

(1) P. Termier, *Sur la structure géologique de la Cordillère cantabrique dans la province de Santander* (*Comptes rendus*, t. 141, p. 920).

Pimiango, alternant avec quelques lits schisteux et probablement dévoniens, qui se terminent vers l'Ouest un peu à l'ouest de la Ria de Santiuste, se rattachent manifestement à une autre masse bien plus importante, qui forme la Sierra plana de la Borbolla. Ils n'en sont séparés que par un intervalle de 200^m à 300^m correspondant à un col emprunté par la route et le chemin de fer des Asturies; et il est là de toute évidence que ces grès sont superposés *sur tout leur pourtour* aux terrains voisins plus récents. La masse gréseuse, fragmentée en plusieurs témoins, est entièrement flottante sur un substratum formé de terrains très variés, allant des calcaires carbonifères de la côte au Nummulitique de Unquera, en passant par le Permo-Trias et les divers étages crétacés à partir des grès wealdiens. Cette superposition se fait avec interposition constante d'une très épaisse *mylonite*, formée aux dépens de la partie inférieure de la masse gréseuse, qu'une tranchée de la route des Asturies nous a montrée nettement superposée à une petite voûte de calcaire urgonien.

La même interposition d'une puissante mylonite se suit sur tout le bord nord de la Sierra plana de la Borbolla, dont la masse gréseuse se bifurque vers l'Ouest en deux branches, présentant toutes deux une allure nettement synclinale, et séparées par une voûte de calcaire carbonifère, qui naît un peu à l'est de Puron et s'élève rapidement vers l'Ouest (Sierra de Llanes). Le grès de la branche nord, qui forme la Sierra plana de Puron, au sud d'Acebal, est presque entièrement mylonitisé à la traversée de la vallée qui descend de Puron, et les calcaires carbonifères en contact avec les grès sur son bord nord (ce contact est là redressé à la verticale) sont eux-mêmes broyés et bréchifiés sur une vingtaine de mètres. La branche méridionale se relève et se termine assez vite vers l'Ouest, entre les anticlinaux de calcaires carbonifères qui forment les deux sierras de Llanes et de Cuera.

Ce sont évidemment là des *témoins synclinaux d'une nappe*, la plus élevée que nous connaissions actuellement dans cette région, et dont la série stratigraphique (*série I*) n'est formée ici que par les grès paléozoïques de Pimiango. Ces témoins, d'abord littoraux vers l'Est, s'enfoncent vers l'Ouest dans l'intérieur des terres avant de s'y terminer pincés entre des chaînons carbonifères assez élevés; mais une autre bande plus septentrionale naît à son tour au rivage, un peu à l'est de Llanes, et forme la Sierra de Cué, qui passe au nord d'Acebal.

Quant à la série des couches qui servent de substratum à cette nappe supérieure, elle s'étend depuis le littoral jusqu'aux Picos de Europa, et elle s'élève depuis les calcaires carbonifères, aussi bien développés dans le

massif élevé que dans la région littorale, jusqu'au Nummulitique. Nous l'avons recoupée à la vallée du Rio Deva, jusqu'un peu en aval de Potes, et plus à l'Est, aux environs de Torrelavega et de Puente Viesgo. Dans ces diverses régions, cette série (*série II*) est accidentée d'importantes dislocations; elle y montre, le plus souvent, une disposition presque isoclinale, avec plongement habituel des couches au Nord. Les calcaires carbonifères y affleurent en anticlinaux fortement déversés au Sud, parfois même entièrement couchés et fréquemment rompus (Sierra de Cuera, environs de Puente Viesgo); il se rencontre de véritables chevauchements au Sud dans cette série qui toutefois, au premier abord, se présente avec l'allure plissée normale d'une région autochtone.

Il n'en est cependant rien, et l'on sait, par M. Pierre Termier, que cette série est elle-même une nappe. D'importantes lacunes y interrompent constamment la série stratigraphique. Dans une série de couches qui, bien que néritiques, ne présentent généralement pas des faciès vraiment littoraux, ces lacunes sont trop fréquentes et trop irrégulières pour pouvoir être considérées comme originelles. D'autre part, comme elles se présentent aussi bien lorsque les couches sont en ordre direct de superposition que lorsqu'elles sont localement renversées, on ne peut les attribuer à la formation des ondulations, même couchées et rompues, qui accidentent la série : *c'est bien une seconde nappe, plus ou moins plissée secondairement.*

Nous avons eu la bonne fortune de trouver une nouvelle preuve, plus directe et plus péremptoire, dans la vallée du Rio Deva, au village de Lebeña. Il s'y rencontre une boutonnière de marnes noires très homogènes, qui sont manifestement recouvertes par les calcaires carbonifères formant voûte au-dessus d'elles; or ces marnes sont certainement d'âge secondaire, et *cette boutonnière est donc une fenêtre*, et d'autre part, il est très remarquable qu'elles ne correspondent à aucun des niveaux étudiés par M. Mengaud dans la série II. Au contraire, elles présentent une identité absolue avec l'Albien marneux des nappes nord-pyrénéennes, qui nous paraît se continuer avec le même développement jusqu'au sud-ouest de Bilbao, alors que M. Mengaud n'a pu retrouver d'équivalent certain de cet étage dans la région de Santander, entre les calcaires urgoniens et les grès de la base du Cénomanien.

Cette *fenêtre de Lebeña* démontre bien qu'au-dessous de la seconde série il existe une *troisième série tectonique*, autochtone ou non, caractérisée par certains faciès stratigraphiques et, en particulier, par la présence de l'Albien vaseux, absent de la série II. Il nous semble que c'est à la

série III qu'il faut attribuer le Trias gypso-salifère de Cabezon de la Sal et de Treceño, recouvert par une voûte de calcaire liasique bien développé (le Jurassique semble, au contraire, généralement absent de la série II), et par du Wealdien plongeant au Sud sous le Permo-Trias d'une importante bande de la nappe II. Vers l'Ouest, entre Treceño et Roiz, cette voûte surgit de dessous le Crétacé et le Nummulitique, avec une direction normale à la leur. Il est probable aussi que les divers affleurements triasiques observés aux environs de San Vicente de la Barquera et de Polanco doivent correspondre à la venue au jour de la série inférieure, dont la délimitation d'avec la nappe II sera à établir et qui paraît, en tout cas, affleurer largement entre Santander et Bilbao.

GÉOLOGIE. — *La structure du Bassin d'Urville (Calvados) et ses conséquences, au point de vue de l'exploitabilité du minerai de fer*. Note de M. L. Cayeux, présentée par M. H. Douvillé.

Les terrains siluriens forment, au sud de Caen, deux bandes respectivement désignées sous les noms de *Synclinal de May* au Nord, et de *Synclinal d'Urville* au Sud. Ces deux synclinaux sont profondément entamés, le premier par la vallée de l'Orne, le second par la vallée de la Laize; en sorte qu'il est possible d'en établir la coupe transversale nord-sud avec toute la précision désirable.

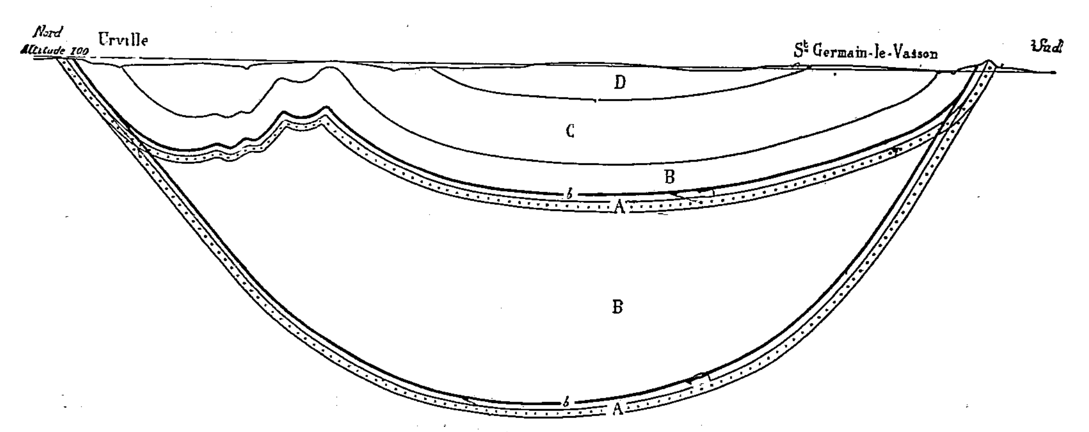
Les différents observateurs qui ont levé cette coupe, entre autres MM. Lecornu et Bigot, s'accordent pour représenter le bassin d'Urville comme une cuvette simple et symétrique avec des versants relevés d'un angle d'environ 45°. On peut sans inconvénient s'arrêter à cette image schématique, dans une vue d'ensemble de la structure du pays, mais vient-on à considérer le Bassin au point de vue pratique, il importe de fixer très exactement l'allure des terrains qui le constituent.

Si l'on admet que la cuvette est simple, la pente des couches atteignant 50° au Nord et 60° au Sud, dans la vallée de la Laize, le minerai de fer subordonné aux schistes à Calymènes doit descendre, au milieu de la bande, à une profondeur qui dépasse certainement 1500^m; ce qui revient à dire que seuls les bords nord et sud du bassin sont exploitables. Sous l'empire de cette idée, les demandeurs en concession ont dédaigné la région axiale réputée sans valeur, et c'est ainsi que les différents périmètres concédés se sont alignés peu à peu le long des versants nord ou sud, sauf à l'Est où le

rétrécissement très marqué du bassin faisait supposer la présence du minerai à une profondeur convenable sur toute la largeur du synclinal.

La réalité est tout autre. Loin d'être simple, le Bassin d'Urville comprend, en fait, deux cuvettes bien distinctes, la plus petite, au Nord, que nous proposons d'appeler le *Synclinal de Gouvix*, la plus grande, au Sud, qui serait le *Synclinal de Saint-Germain-le-Vasson*. Ces deux cuvettes sont séparées par un anticlinal de grès de May, lequel se décompose lui-même en deux petites voûtes secondaires. En outre, les pentes très faibles accusées par les bancs supérieurs du grès de May (18°-20°), au sud du bassin, démontrent que tous les terrains, très relevés dans les affleurements du bord méridional de la cuvette de Saint-Germain-le-Vasson, prennent rapidement une allure plate vers l'intérieur; autrement dit que le minerai s'enfonce à une profondeur certainement très inférieure à celle que les travaux antérieurs faisaient prévoir.

La figure ci-dessous, qui montre superposées l'ancienne coupe du bassin et celle qui découle de nos observations, fait ressortir clairement l'intérêt de ces dernières, quant à l'exploitabilité du minerai.



Bassin d'Urville (coupe schématique). Superposition du pli simple et du pli dédoublé (éch. $\frac{1}{30000}$) : A. Grès armoricain; B. Schistes à Calymènes; *b*. Minerai de fer; C. Grès de May; D. Schistes à Trinucleus et Gothlandien.

Le dédoublement du Bassin n'est pas spécial à la vallée de Laize. Une coupe faite à l'Est, par le méridien d'Olendon, témoigne d'une structure analogue. Enfin, à la terminaison orientale de la bande, les bancs de grès armoricains dessinent en plan une courbe très sinueuse, où l'on retrouve les éléments de deux plis synclinaux séparés par un bombement.

De ces faits, très brièvement résumés, on est autorisé à tirer la conclusion

qu'entre la vallée de la Laize et son extrémité orientale, le Bassin d'Urville se résout nettement en deux synclinaux séparés par un repli anticlinal. L'importance de l'accident qui dédouble le bassin dans la vallée de la Laize est telle qu'il faut, de toute nécessité, prévoir son prolongement dans la forêt de Cinglais à l'Ouest.

Il en résulte que, sur toute la longueur de la bande, le fond du bassin et avec lui le minerai de fer, au lieu d'être enfoui très profondément est relevé par une selle très accentuée. La région centrale du Bassin d'Urville acquiert de ce chef un grand intérêt pratique. Certes, il n'en faut pas conclure que la totalité de la formation ferrugineuse pourra être mise en valeur. Plusieurs constatations faites à l'aide de sondages permettent en effet d'affirmer que l'axe anticlinal est susceptible de s'ennoyer rapidement, et que même, sur son parcours, le minerai ne sera pas accessible en tous points. Cela est vrai notamment pour le domaine compris entre les concessions d'Estrée-la-Campagne et de Soumont.

Quoi qu'il en soit, on ne saurait révoquer en doute que la structure du Bassin d'Urville, telle qu'elle vient d'être mise en lumière, assure à l'industrie une réserve de minerai de beaucoup supérieure au tonnage prévu. Et c'est à l'ouest de la vallée de la Laize, par suite de la largeur du Bassin, de son relèvement graduel et de la plus grande épaisseur du minerai, que les conséquences du dédoublement seront les plus heureuses.

M. A. Berget adresse une Note intitulée : *Sur une formule de vitesse applicable aux aéroplanes.*

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

M. Camille Rouquet adresse un Mémoire intitulé : *Principe géométrique (et, par extension, mécanique) du battement d'ailes.*

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

La séance est levée à 5 heures.

G. D.

PUBLICATIONS DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

En vente à la Librairie Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins, Paris.

COMPTES RENDUS HEBDOMADAIRES DES SÉANCES

de l'Académie des Sciences,

Publiés par MM. les *Secrétaires perpétuels.*

In-4 (28-23), hebdomadaire.

Collection complète, de 1835 à 1910; 151 volumes..... 1890 fr.

Chaque année, sauf 1845, 1873 à 1892, 1896 à 1898, 1900 à 1902, 1904, 1905, *se vend séparément*....... 25 fr.

Chaque volume, sauf les **Tomes 20, 21, 76 à 108, 110, 112, 114, 115, 122, à 127, 130, 132, 134, 138, 141,** se vend séparément.................................. 15 fr.

Les **Comptes rendus** paraissent régulièrement chaque semaine depuis le 2e semestre de 1835, en un cahier de 32 à 40 pages, quelquefois de 80 à 120; ils forment, à la fin de l'année, *deux Volumes* in-4 (28-23), ensemble de 2400 à 3000 pages. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de noms d'auteurs, terminent chaque volume.

Prix pour un an (52 numéros) :

Paris....................................... 30 fr.
Départements.............................. 40 fr.
Union postale............................. 44 fr.

L'abonnement est annuel et part de janvier.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS

des Séances de l'Académie des Sciences.

Par ordre de matières et par ordre alphabétique de noms d'auteurs.

4 volumes in-4 (28-23), savoir :

Tables des Tomes **1** *à* **31** (1835-1850). In-4 (28-23); 1853.. 25 fr.
Tables des Tomes **32** *à* **61** (1851-1865). In-4 (28-23); 1870.. 25 fr.
Tables des Tomes **62** *à* **91** (1866-1880). In-4 (28-23); 1888.. 25 fr.
Tables des Tomes **92** *à* **121** (1881-1895). In-4 (28-23); 1900.. 25 fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS

des Séances de l'Académie des Sciences.

Tomes I et II, 1856 *et* 1861, *séparément*............... 25 fr.

MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

In-4; tomes I a LI, 1816 a 1910.

Chaque volume, à l'exception des Tomes ci-après indiqués, se vend séparément.. 15 fr.

Le Tome XXXIII, avec Atlas, se vend séparément....... 25 fr.

Le Tome LI, avec Atlas, se vend........................ 40 fr.

Les Tomes VI et XXI ne se vendent pas séparément.

Tables générales des travaux contenus dans les Mémoires de l'Académie.

Ire Série, Tomes I à XIV (an VI-1815), et IIe Série, Tomes I à XL (1816-1878); 1881................................ 6 fr.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS PAR DIVERS SAVANTS

à l'Académie des Sciences (*Savants étrangers*).

2e série. In-4; tomes I a XXXIV, 1827-1909.

Chaque volume se vend séparément..................... 15 fr.

Tables générales des travaux contenus dans les Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie.

Ire Série, Tomes I et II (1806-1811), et IIe Série, Tomes I à **XXV** (1827-1877) 1881............................ 2 fr. 50

NOTICES NÉCROLOGIQUES

Lues à l'Académie (1886-1890). In-8 (25-16); 1891.... **2 fr. 50**

Notice sur J.-C. Bouquet, par *G.-H. Halphen.* — Notice sur L.-F.-C. Breguet, par *de Jonquières.* — Notice sur L.-R. Tulasne, par *E. Bornet.* — Notice sur E. Laguerre, par *H. Poincaré.* — Notice sur G.-H. Halphen, par *E. Picard.* — Notice sur E. Phillips, par *H. Léauté.*

PASSAGE DE VÉNUS

Recueil de Mémoires relatifs à l'observation du passage de Vénus sur le Soleil, en 1874.

Tome I. — Ire Partie : *Procès-verbaux des séances tenues par la Commission.* In-4 (28-23); 1877............ 12 fr. 50 c.
— IIe Partie : *Mémoires divers.* In-4 (28-23), avec 7 planches; 1876.. 12 fr. 50 c.

Tome II. — Ire Partie : *Mission de Pékin* (Fleuriais). — *Mission de Saint-Paul* (Mouchez). In-4 (28-23), avec 26 pl.; 1878. 25 fr.
— IIe Partie : *Mission de Saint-Paul* (Rochefort et Ch. Vélain). — *Mission du Japon* (Janssen, Tisserand, Delacroix et Picard). — *Mission de Saïgon* (Héraud). — *Mission de Nouméa* (André). In-4 (28-23), avec figures et 36 planches; 1880........ 25 fr.

Tome III. — Ire Partie : *Mission de l'île Campbell* (Bouquet de la Grye). In-4 (28-23), avec 6 planches; 1882.... 12 fr. 50 c.
— IIe Partie : *Mission de l'île Campbell* (H. Filhol). In-4 (28-23), avec atlas de 68 planches; 1885........................ 25 fr.
— IIIe Partie : *Mesures des plaques photographiques.* In-4 (28-23), avec 2 planches; 1882........................ 12 fr. 50 c.

Annexe : *Discussion des résultats obtenus avec les épreuves daguerriennes de la Commission française,* par *Obrecht.* In-4 (28-23); 1890.. 2 fr. 50 c.

MISSION DU CAP HORN

(1882-1883).

Tome I : **Histoire du Voyage,** par L.-F. Martial. In-4 (28-23), avec 12 planches; 1888................................ 25 fr.

Tome II : *Météorologie,* par J. Lephay. In-4 (28-23), avec 12 planches; 1885 (*Rare*).

Tome III : *Magnétisme terrestre,* par E.-O. Le Cannellier. — *Recherches sur la constitution chimique de l'atmosphère,* d'après les expériences du Dr *Hyades,* par Muntz et Aubin. In-4 (28-23), avec 11 planches; 1886 (*Rare*).

Tome IV : **Géologie,** par le Dr P. Hyades. In-4 (28-23), avec 33 pl.; 1887.. 25 fr.

Tome V : **Botanique.** In-4 (28-23) de 400 pages; 1889.... 25 fr.

Tome VI : **Zoologie.** Ce Tome est publié en 12 fascicules.

Ire Partie : In-4 (28-23) de 486 pages, avec 23 pl.; 1891.. 45 fr.

Mammifères (*A. Milne-Edwards*); 10 fr. — *Oiseaux* (*E. Oustalet*); 25 fr. — *Poissons* (*L. Vaillant*); 4 fr. — *Anatomie comparée* (*H. Gervais*); 6 fr.

IIe Partie : In-4 (28-23) de 430 pages, avec 29 pl.; 1891 (*Rare*).

Insectes (*L. Fairmaire, Signoret, J. Mabille, P. Mabille, J.-M.-F. Bigot*); 20 fr. — *Arachnides* (*E. Simon*) (épuisé). — *Crustacés* (*Milne-Edwards*); 11 fr. — *Mollusques* (*de Rochebrune* et *J. Mabille*); 10 fr.

IIIe Partie : In-4 (28-23) de 376 pages, avec 36 pl.; 1891.. 35 fr.

Priapulides (*J. de Guerne*); 2 fr. — *Bryozoaires* (*J. Jullien*); 8 fr. — *Echinodermes* (*E. Perrier*); 20 fr. — *Protozoaires* (*A. Certes*); 5 fr.

Tome VII : **Anthropologie. Ethnographie**; par le Dr P. Hyades et J. Deniker. In-4 (28-23), avec 34 pl. et 1 carte en couleur; 1891. 25 fr.

La collection des sept Tomes en neuf volumes .... 275 fr.

N° 16.

TABLE DES ARTICLES (Séance du 14 Octobre 1912).

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ÉLECTIONS.

CORRESPONDANCE.

50192 PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : Gauthier-Villars.

1912

DEUXIÈME SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME 155.

N° 17 (21 Octobre 1912).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1912

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Toute Note manuscrite d'un Membre de l'Académie ou d'une personne étrangère ne pourra paraître dans le *Compte rendu* de la semaine que si elle a été remise le jour même de la séance.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Les *Comptes rendus* ne reproduisent pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin ; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* ne contiennent ni planches, ni figures.

Dans le cas exceptionnel où des figures seraient autorisées, l'espace occupé par ces figures comptera pour l'étendue réglementaire.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 21 OCTOBRE 1912.

PRÉSIDENCE DE M. LIPPMANN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à MM. Eriksson, de Jaczewski, Marchal, Membres du *Congrès de Pathologie;* MM. Battelli, Blumbach, Fœrster, Raoul Gautier, Lecointe, Righi, Van de Sande Backhuysen, Vanni, Membres du *Congrès de l'Heure*, qui assistent à la séance.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Remarques complémentaires sur les protubérances, alignements et filaments de l'atmosphère solaire supérieure. Influence du champ électrique solaire.* Note de M. **H. Deslandres.**

J'ai consacré, le mois dernier, une Note des *Comptes rendus* (voir même Tome, p. 531) aux relations des protubérances avec les filaments et alignements des couches supérieures de l'atmosphère solaire. Cette question, qui préoccupe actuellement les astronomes solaires, est fort importante; mais, dans cette première Note, je n'ai pu exposer que brièvement les résultats obtenus à Meudon. Je suis conduit à la compléter et à ajouter quelques détails nouveaux.

1° J'ai indiqué d'abord dans cette première Note, ou plutôt j'ai rappelé la relation suivante, nettement révélée par nos épreuves qui donnent à la fois, avec la même pose, les alignements ou filaments intérieurs au bord et les protubérances extérieures.

En général, au point du bord où est une protubérance, aboutit un ali-

gnement ou un filament. Cette relation est vérifiée dans la grande majorité des cas; et lorsque l'alignement manque à la protubérance, on peut attribuer son absence à la mauvaise qualité des images astronomiques, ou au fait que la base de la protubérance et l'alignement sont à une distance notable en arrière du bord et masqués par lui.

Le manquement inverse se produit aussi et même assez souvent : un alignement, bien net au bord, n'est pas toujours accompagné d'une protubérance (voir les trois soleils de la Note précédente). On sait d'ailleurs que la protubérance, lorsqu'elle est présente, n'a pas une hauteur proportionnée à la netteté de l'alignement; et comme l'appareil décèle seulement les protubérances au delà d'une certaine hauteur, variable d'ailleurs avec l'état du ciel, la loi annoncée ne s'applique qu'à ces protubérances. Il est très probable cependant que tout alignement correspond à une élévation, grande ou petite, de la chromosphère; il faudra, pour compléter la recherche, employer avec le spectrohéliographe une image du Soleil plus grande fournie par un objectif plus puissant, et dans les conditions atmosphériques les meilleures.

2° Les alignements et filaments sont donc en liaison certaine avec les protubérances qui sont les parties les plus hautes de l'atmosphère gazeuse du Soleil; ils sont aussi en relations avec les couches plus basses, et par l'intermédiaire des plages faculaires brillantes.

Les éléments caractéristiques des quatre couches superposées, actuellement distinguées chaque jour dans le Soleil (surface et trois couches gazeuses de l'atmosphère), sont, en effet : d'une part, les points noirs appelés *taches*, spéciaux aux couches basses, et les lignes noires des filaments et alignements, spéciales aux couches élevées; d'autre part, les éléments brillants, facules et plages faculaires, qui sont à la même place dans les quatre couches avec de simples variations de forme, et constituent un phénomène plus stable et plus général. Or, comme je l'ai indiqué dans la Note précédente, les plages faculaires de la couche supérieure sont souvent entourées d'une sorte de polygone noir, dont les côtes prolongées sont de grands alignements [1]. La figure 3 de cette Note, qui reproduit la couche supérieure du 2 juin 1912, en fournit un exemple; elle offre une grande facule, représentée grossièrement par des hachures, qui a un entourage

[1] Les plages noires de la couche supérieure, signalées par d'Azambuja et moi en 1908 (*Comptes rendus*, t. 147, p. 334) et appelées *circumfacules*, sont en relations étroites avec les polygones noirs présentés ici et circonscrits à la plage faculaire.

d'alignements. Même, cette facule est divisée en trois parties, et les intervalles de ces parties sont occupés aussi par des alignements fins qui n'ont pas été représentés pour simplifier le dessin.

D'une manière générale, les divisions des facules correspondent à un alignement; et le fait est bien visible dans les images solaires de quatre jours différents publiées en 1908 (*Comptes rendus*, t. 147, p. 1018). Lorsqu'une plage faculaire se dissout, elle se divise en concamérations qui sont séparées par un réseau local d'alignements dont quelques-uns s'étendent à grande distance. J'ai observé récemment un long alignement qui était tangent à deux plages faculaires très distantes, et qui, dans l'intervalle, traversait une troisième plage faculaire en voie de dissolution (¹).

Lorsque la plage faculaire est petite, les alignements paraissent souvent rayonner de son centre; et l'on peut rattacher à ce phénomène les filaments fins et courbes, signalés à plusieurs reprises, qui passent par une tache.

Tous ces faits montrent bien la grande importance de ces lignes nouvelles du calcium qui sont les alignements; elles constituent un lien visible entre tous les éléments caractéristiques de l'atmosphère solaire, et doivent jouer un grand rôle dans sa circulation générale. Il convient donc de les étudier et de les suivre avec le plus grand soin; ce qui n'est pas toujours facile. Ils sont moins stables que les filaments, et leur visibilité, en général assez faible, subit des variations fréquentes, dues à notre atmosphère, et aussi à des causes purement solaires. De plus, l'Observatoire de Meudon est le seul qui enregistre (depuis 1908) les formes de la couche supérieure avec le spectrohéliographe, et aussi les mouvements radiaux avec le spectroenregistreur des vitesses, et notre série a naturellement les lacunes qui tiennent aux périodes de mauvais temps.

3° L'atmosphère entière du Soleil est certainement ionisée; tous les auteurs sont en accord sur ce point et aussi sur le signe de l'électrisation générale qui serait positive (²). Or, l'année dernière, j'ai expliqué simplement les principaux phénomènes de la couche supérieure par des actions magnétiques et électriques entre les ions et électrons solaires, sans oublier les actions aérodynamiques qui doivent jouer aussi un certain rôle (voir

(¹) Cette relation des facules et des alignements est plus nettement discernable sur les épreuves du minimum de taches (années 1911 et 1912), qui ont des plages faculaires moins nombreuses et séparées par une distance plus grande.

(²) Autrement dit, la somme algébrique des charges prises avec leur signe serait positive. Il y aurait une succession de couches alternativement positives et négatives, et au moins une couche basse positive et une couche plus haute négative.

Comptes rendus, t. 152, p. 1433 et 1541, et t. 153, p. 10, 221 et 442). La théorie électronique soulève, comme on sait, des objections sérieuses, non encore résolues, avec les liquides et solides, mais elle s'applique admirablement aux gaz, et en particulier aux gaz raréfiés, illuminés électriquement. Ces dernières conditions sont justement celles de la couche supérieure, et l'on comprend que, dans les deux cas, le résultat soit satisfaisant.

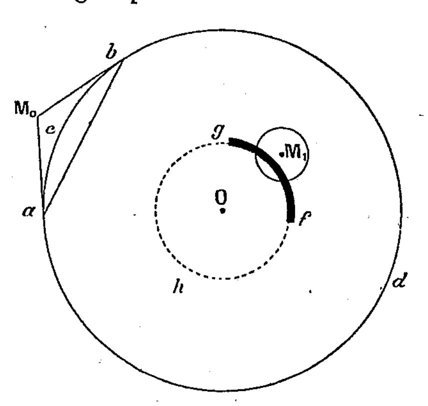
Dans la couche supérieure et ses dépendances extérieures, l'intervention constante d'un champ magnétique général, faible et analogue au champ terrestre, ne paraît pas douteuse. La forme hélicoïdale des hautes protubérances et leurs variations alternatives du signe de la vitesse radiale dans le sens vertical ne sont explicables que par une force magnétique; il est même possible d'en tirer une valeur approchée de cette force (*Comptes rendus*, t. 152, p. 1433). Ce champ magnétique explique avec la même aisance l'augmentation de la vitesse angulaire de rotation, reconnue à la base des protubérances, sur les filaments et la couche supérieure entière, et aussi les petites lignes de forme spirale appelées *solar vortices* par Hale. En même temps j'ai remarqué que, par un processus inverse, le champ magnétique spécial aux couches basses de l'atmosphère pourrait expliquer la rotation moins rapide de ces couches, variable avec la latitude.

De plus, d'après les mesures antérieures de vitesse radiale, le gaz de la couche supérieure, ou tout au moins les ions de ce gaz, s'élèvent dans les filaments et descendent au contraire sur l'ensemble de la couche; ils sont déviés horizontalement par le champ magnétique, et comme ils sont déviés dans le même sens avec des vitesses opposées, il faut nécessairement que les charges électriques dans le filament et la couche supérieure aient des signes contraires. Tel est le second résultat, fort curieux, des recherches antérieures.

Quant aux mouvements verticaux de ces ions, ils ont été rapportés à de grands courants de convection, ou au champ électrique solaire. Comme j'ai très peu développé jusqu'ici les effets dus à ce champ électrique, je suis conduit à compléter sur ce point mes Notes antérieures.

Ce champ rend aisément compte de plusieurs particularités des protubérances, si l'on fait deux suppositions qui, certes, sont plausibles, mais qui, dans l'état actuel des recherches, sont des hypothèses. Aussi, les résultats sont moins fermes que ceux du champ magnétique, appuyés seulement sur des faits. L'ionisation de la couche supérieure, comme on l'a vu plus haut, diffère par le signe de celle des filaments; j'admets qu'elle est aussi opposée

par le signe à celle des alignements, et, de plus, qu'elle a une intensité notablement moindre. Si donc, pour la commodité de l'exposition, on la suppose négative (ce qui est d'ailleurs l'hypothèse la plus probable), les alignements et filaments sont positifs, de même que l'ensemble des couches basses qui imposent leur signe positif au Soleil.



Considérons le champ électrique dû à la couche supérieure en un point M extérieur, situé dans le plan du tableau (voir la figure ci-dessus); avec une ionisation uniforme, il a la direction MO. Si *ab* est le petit cercle de contact de la sphère avec le cône tangent issu de M, la petite calotte *abc* a la même influence sur la force en M que la grande surface *adb*; et tout changement de la densité ou intensité d'ionisation en *acb*, a une influence notable sur la direction et l'intensité de la force en M.

Transportons maintenant le point M en M_1 à l'intérieur, plus près de la surface, et tout à côté d'un alignement qui, sur une portion notable *fg* de sa longueur, se confond presque avec un petit cercle *fgh* de la sphère. On a représenté le petit cercle de contact avec le cône issu de M. Or, les ions positifs de *fg*, à cause de l'ionisation plus forte de l'alignement, tendent à s'éloigner dans le plan *fgh*; la force électrique n'est plus normale à la sphère, mais inclinée comme le petit cercle *fgh*. On retrouve ainsi la propriété reconnue expérimentalement sur les protubérances, et résumée dans la Note précédente: En général, la protubérance prolonge l'alignement qui lui correspond au bord, comme si elle avait tendance à rester dans le plan de l'alignement ([1]). Cette propriété se vérifie surtout sur les protubérances courtes et faibles et sur la base des protubérances plus longues.

([1]) Dans la Note précédente, j'ai admis une autre explication du phénomène; je l'ai attribué à un mouvement horizontal du gaz de l'alignement, ce mouvement étant en accord avec certains faits d'observation et certaines théories. Des mesures plus

Lorsque la protubérance fait un angle aigu avec le bord et est assez longue, parfois elle se recourbe pour rejoindre le bord plus loin en dessinant une sorte de parabole. Ici encore, le champ électrique doit intervenir; car, lorsque l'ion positif s'éloigne de l'alignement, la répulsion due à l'alignement diminue très vite, alors que l'attraction de la couche supérieure négative reste constante; sous certaines conditions, cette attraction peut l'emporter, même si l'on tient compte de la répulsion des couches positives plus basses.

Enfin, ce sont les protubérances les plus hautes qui offrent nettement des jets hélicoïdaux, et la succession caractéristique de parties qui s'éloignent et se rapprochent alternativement de la Terre. Pour celles-là, en effet, l'action du champ magnétique peut se manifester plus longuement. A cette catégorie on peut rattacher les protubérances qui, sans vitesse radiale sensible, ne prolongent pas un alignement et ont plutôt la direction du champ magnétique; elles correspondent aux ions de faible vitesse qui s'enroulent sur les lignes de force magnétique.

En résumé, l'action simultanée des champs magnétiques et électriques fournit une explication simple des principales particularités des protubérances (¹).

4° J'ai admis ci-dessus des variations locales du signe et de la densité de l'ionisation dans la couche supérieure. On est conduit à supposer aussi des variations générales de la densité électrique dans l'ensemble de la couche et de l'atmosphère entière.

Les trois causes principales d'ionisation des gaz solaires (voir *Comptes rendus*, t. 153, p. 10) n'ont pas toujours la même action à toutes les latitudes. En particulier, les électrons négatifs qui sont envoyés vers le Soleil par les particules extérieures sous l'influence de son rayonnement ultra-violet, doivent être plus nombreux dans la zone équatoriale, surtout au moment d'un minimum de taches, alors que la couronne très étendue est concentrée dans cette même zone. Il en résulte une électrisation positive plus forte aux pôles qu'à l'équateur, et donc un allongement de l'astre dans la direction des pôles.

---

longues de vitesses radiales permettront de décider si une seule des explications ou les deux à la fois sont à conserver.

L'ionisation de l'alignement, supposée différente par le signe et la densité, peut tenir à de grands courants de convection qui amènent dans la couche supérieure négative les ions positifs plus nombreux des couches basses.

(¹) J'écarte ici les protubérances, classées parmi les éruptives et assez rares, qui ont tous les caractères d'une explosion, et seront examinées à part.

Or, les mesures nombreuses faites sur la surface solaire ont donné la plupart, comme on sait, un diamètre polaire plus grand que le diamètre équatorial; mais la différence est extrêmement petite et considérée comme incertaine.

J'ai pensé que cet allongement pouvait être plus prononcé dans l'atmosphère gazeuse de l'astre, et, récemment, avec l'aide de Burson, astronome assistant, j'ai mesuré l'épaisseur de la chromosphère moyenne sur trois épreuves de vitesse radiale (des 14 février et 10 août 1911 et du 25 avril 1912), choisies un peu au hasard dans notre collection. Ces épreuves donnent en effet, outre la vitesse radiale, la position exacte du bord et la hauteur de la chromosphère moyenne ou totale. Or, l'épaisseur a été trouvée plus grande aux pôles qu'à l'équateur, la différence étant variable d'une épreuve à l'autre et plus grande dans l'hémisphère sud que dans l'hémisphère nord (1). Il semble donc que cette épaisseur de la chromosphère soit un élément variable du Soleil, digne d'être relevé d'une manière continue; et il conviendrait de l'enregistrer avec des spectrographes rotatifs, déja préconisés en 1891 (*Comptes rendus*, t. 113, p. 307), qui placent tous les points du bord exactement dans les mêmes conditions.

Cette mesure nouvelle, il est vrai, s'ajouterait à beaucoup d'autres qui déjà sont négligées, à cause de l'insuffisance du personnel de l'Observatoire. Les épreuves de vitesse radiale, qui enregistrent tous les éléments de la question, sont les plus utiles, mais aussi extrêmement longues à mesurer; et, en fait, les documents s'accumulent dans notre collection, sans pouvoir être utilisés. Il devient de plus en plus nécessaire d'organiser à Meudon un bureau spécial de mesures.

---

(1) Les épaisseurs moyennes de la chromosphère, mesurées sur ces épreuves dans l'hémisphère sud et exprimées en divisions du micromètre, sont en effet, dans l'ordre des dates : de 0° à 15° de latitude, 2,50, 3,00 et 2,40; et de 75° à 90°, 3,50, 3,75 et 3,10. Les différences d'épaisseur entre le pôle sud et l'équateur sud sont alors : 1,00, 0,75 et 0,70.

Sur ces épreuves, il semble aussi que le minimum d'épaisseur soit non à l'équateur même, mais vers 20° de latitude.

Ces épreuves ont été faites avec un cœlostat et un enregistreur de vitesse, dénué d'astigmatisme, qui juxtapose les spectres de sections parallèles dans le Soleil. Il serait meilleur d'avoir un enregistreur rotatif, fixé à un équatorial.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Jaugeage de cours d'eau par l'analyse chimique.* Note de M. Th. Schlœsing père.

Dans les *Comptes rendus* du deuxième semestre de l'année 1863, j'ai publié un procédé de jaugeage des fluides fondé sur l'analyse chimique, qui peut être résumé dans les termes suivants : Dans un fluide s'écoulant dans un canal, à raison d'un volume V par seconde, on verse un second fluide, à raison d'un volume v par seconde, miscible au premier et contenant, par unité de volume, une quantité T d'un corps chimiquement dosable avec précision : dans le mélange, on dose ce même corps, et l'on en trouve une quantité t par unité de volume. La quantité vT de ce corps versée en une seconde dans le courant du fluide, se retrouve entière dans le mélange formé, et l'on a $vT = (V + v)t$, d'où $V = v\left(\frac{T}{t} - 1\right)$. On voit que la détermination de V dépend de deux autres : celle de v, à laquelle on peut donner une extrême précision, et celle du rapport $\frac{T}{t}$, non moins précis, si le corps auxiliaire a été bien choisi.

Je ne sais si cette méthode a reçu quelque part une application industrielle; il est probable qu'elle a été laissée de côté, puis oubliée, faute de renseignements pratiques sur son emploi en divers cas.

L'ayant mise à contribution dernièrement pour mesurer l'eau de mer introduite dans une saline au moyen de vis d'Archimède, je vais dire comment j'ai opéré, dans la pensée de rendre peut-être service aux ingénieurs désireux de connaître exactement les débits des cours d'eau auxquels ils empruntent leur force motrice.

J'avais à élever l'eau à $1^m,20$ au-dessus du niveau moyen de la mer. C'était trop pour une seule vis, bien que son enveloppe eût 4^m de long sur $0^m,80$ de diamètre intérieur. J'en ai placé deux pareilles à la suite l'une de l'autre, élevant chacune l'eau à une hauteur de $0^m,60$. Un bassin recevait l'eau de la première et alimentait la deuxième. Le niveau de l'eau y était constant; par suite la deuxième vis avait, par tour, un débit invariable.

J'omets tout détail sur l'installation de ces vis, pour en venir sans retard à mon sujet.

Dans l'application de la méthode, l'opérateur dispose du volume v; mais il convient évidemment de le grandir d'autant plus que le volume V est lui-même plus considérable; il y a aussi un choix à faire, selon sa grandeur,

entre divers moyens de produire un débit constant de liquide ou de gaz. Dans le cas où je me trouvais, il suffisait de transformer un récipient étanche en vase de Mariotte gradué, de façon que les volumes de liquide dépensé fussent déduits de deux lectures d'une règle divisée appliquée derrière un tube à niveau.

Le corps auxiliaire, auquel j'ai eu recours, est l'ammoniaque, substance que tout chimiste sait doser avec précision, et qu'on trouve en abondance, à l'état de sulfate, partout où l'on emploie les engrais chimiques. J'ai dissous une soixantaine de kilos de ce sel dans de l'eau de mer.

Voici maintenant comment mon expérience a été conduite :

La dissolution de sulfate d'ammoniaque contenait à peu près 280^g de sel par litre. Elle avait été clarifiée par un long repos avant d'être introduite dans le récipient. Sous le tube par lequel elle devait s'écouler était disposé un entonnoir adapté à un tuyau de plomb qui l'amenait au milieu de la nappe d'eau jaillissant de la première vis; avec cette nappe elle tombait dans le bassin de la deuxième vis, où s'opérait un premier brassage des deux liquides. Un second brassage avait encore lieu quand le mélange sortait de la deuxième vis et s'étalait en bouillonnant sur le fond, de 2^m de large, du canal qui conduisait les eaux à la saline.

Après avoir débouché mon récipient, je n'ai pas tardé à entendre le barbotage de l'air apporté par le tube de Mariotte. Dès lors, certain de la constance de l'écoulement, j'ai commencé à compter le temps à l'aide d'un compte-seconde, à l'instant précis où le ménisque du liquide a passé, dans le tube à niveau, sur un trait de la règle qui a été noté; puis j'ai attendu 5 minutes, temps plus que suffisant pendant lequel un régime ammoniacal permanent s'est établi dans le bassin, la deuxième vis, et une certaine longueur du canal. Après, j'ai procédé à l'échantillonnage du mélange d'eau de mer et de dissolution ammoniacale. A 20^m au delà de l'origine du canal, je puisais l'eau avec une mesure de 200^{cm^3}, successivement en trois points marqués par des piquets, de façon à échantillonner trois segments égaux composant la section transversale du courant. Trois flacons ont reçu chacun dix prises faites près d'un même piquet : leurs contenus en étaient donc des moyennes. De retour à mon récipient après cette opération, j'ai arrêté le compte-seconde à l'instant où le ménisque du liquide a coïncidé dans le tube à niveau avec une division de la règle : l'expérience était terminée.

Il restait à doser l'ammoniaque dans les liquides des trois flacons et dans la dissolution de sulfate. Voici les valeurs des quantités v, T, t, qui figurent dans l'équation $V = v\left(\frac{T}{t} - 1\right)$, déduites de mes observations et de mes analyses.

Valeur de v. — Temps compté : 17 minutes 2,5 secondes, soit 1022,5 secondes; volume de dissolution écoulé dans ce temps : depuis 70^{mm} jusqu'à 460^{mm}, d'après ma

Table : $104^l,170$; d'où

$$v = \frac{104^l,170}{1022,5} = 0^l,1019.$$

Valeurs de t et T. — Ammoniaque AzH^3 dans 1^l : 1er flacon $0^g,0763$; 2e flacon $0^g,0761$; 3e flacon $0^g,0750$; moyenne (t) : $0^g,0758$.

Ammoniaque AzH^3 dans 1^l de la dissolution de sulfate : (T) = $66^g,280$.

En définitive, j'ai trouvé

$$V = 0^l,1010\left(\frac{66,28}{0,0758} - 1\right) = 89^l;$$

tel était le débit de mon canal par seconde.

Mais le nombre qu'il importe surtout de connaître, quand il s'agit d'un appareil élévatoire tel qu'une vis, est celui des litres débités à chaque tour : j'ai donc compté le nombre de tours exécutés par la deuxième vis en une minute, avant et après mon expérience. J'ai trouvé les deux fois 29,1. Le volume d'eau débité en une minute étant $89^l \times 60 = 5340^l$, on a : débit par tour de la vis

$$\frac{5340^l}{29,1} = 183^l,4;$$

il me paraît utile, avant de finir, de dire comment j'ai procédé à mes dosages d'ammoniaque, en vue d'obtenir pour le rapport $\frac{T}{t}$ la plus grande approximation possible.

J'ai d'abord déterminé cet alcali dans les liquides de mes trois flacons, et obtenu la valeur de t. Ainsi renseigné, j'ai pu diluer dans l'eau de mer un volume connu, 50^{cm^3}, de la dissolution de sulfate dont je connaissais à peu près la teneur en ammoniaque, de manière à obtenir un volume u d'un titre t_1 voisin de t, puis j'ai dosé l'ammoniaque en u, sans rien changer à mon mode opératoire. En suite de ces manipulations, T prenait l'expression suivante :

T = 1000 fois $\frac{ut_1}{50}$ $\left(\frac{ut_1}{50}\right.$ est l'ammoniaque contenue dans 1^{cm^3} de dissolution de sulfate$\left.\right)$ et j'avais finalement

$$V = v\left(\frac{1000}{50}u\frac{t_1}{t} - 1\right);$$

or le rapport $\frac{t_1}{t}$ est voisin de l'unité; d'autre part, tous les dosages d'ammoniaque ont été faits dans des conditions presque identiques; les erreurs

dues à la méthode ou à l'opérateur sont donc de même ordre et de même sens et affectent peu un rapport dont les termes sont presque égaux. Même la correction due à la présence de l'ammoniaque dans l'eau de mer devient insignifiante. Les autres quantités v, u, 50^{cm^3} ayant été mesurées avec toute l'approximation désirable, la valeur obtenue pour V me paraît tout à fait satisfaisante.

CHIMIE PHYSIQUE. — *La loi d'action de masse. Dernière réponse à M. Colson.* Note de M. **Henry Le Chatelier.**

M. Colson cherche à ouvrir un nouveau débat au sujet de la loi d'action de masse. La discussion du mois de juin est, en effet, définitivement close par l'aveu même de son auteur qui a reconnu l'inexactitude de ses raisonnements.

Dans sa nouvelle Note, M. Colson soulève une demi-douzaine de questions différentes et met en cause, pour les opposer les uns aux autres, un nombre égal de savants: Van 't Hoff, Nernst, Bodenstein, Potier, M. Lemoine et moi-même, mais il n'apporte aucun fait nouveau et se contente d'invoquer d'anciennes expériences, vieilles quelques-unes d'un demi-siècle déjà, en ne choisissant pas toujours les meilleures d'entre elles. Avec de semblables méthodes de discussion, on peut à chaque instant tout remettre en cause, le principe de conservation de l'Énergie, comme celui de l'attraction universelle.

M. Colson désire visiblement, en m'opposant les travaux de M. Lemoine, m'amener à contester la précision des expériences de notre éminent confrère. Je refuse de le suivre sur ce terrain et je considère, au moins en ce qui me concerne, le débat comme définitivement clos.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la respiration des plantes vertes.* Note de MM. **L. Maquenne** et **E. Demoussy.**

Depuis maintenant un siècle que l'étude de la respiration des plantes est entrée dans le domaine de la physiologie générale, un grand nombre de travaux se sont succédé, qui nous ont fait connaître la nature des échanges gazeux qui la caractérisent, ainsi que les principales circonstances, extérieures ou d'origine interne, qui la modifient. Et cependant, étant donnée l'impor-

tance capitale qu'il présente au point de vue des équilibres qui doivent nécessairement s'établir entre les deux fonctions adverses, respiratoire et chlorophyllienne, on n'est encore que très mal renseigné en ce qui concerne le rapport $\frac{CO^2}{O}$ chez les plantes.

Cela tient à ce que la plupart des auteurs qui se sont occupés de cette question ont, à l'exemple de Th. de Saussure, qui fut un précurseur dans cette voie, cherché bien moins à en déterminer la vraie grandeur qu'à en donner des valeurs simplement comparatives. Variables avec le mode opératoire, leur moindre défaut n'est pas d'être souvent prises comme absolues alors qu'elles ne sont que relatives; il en résulte que, malgré le très grand nombre de recherches effectuées sur ce sujet, il est encore impossible aujourd'hui de savoir si, au cours de sa respiration nocturne, telle ou telle plante perd ou gagne de l'oxygène; impossible même de se rendre compte à l'avance de l'approximation à laquelle on pourra prétendre, car jusqu'à présent personne n'a eu l'idée de soumettre les différentes méthodes en usage à un contrôle sérieux, encore moins d'en donner une théorie rationnelle.

C'est cet examen préalable des méthodes et des conditions dans lesquelles on doit les mettre en pratique qui va nous occuper tout d'abord.

En premier lieu nous signalerons une cause d'erreur des plus importantes et dont jusqu'à présent il n'a été tenu aucun compte dans cet ordre de recherches, c'est la décroissance parfois extraordinairement rapide du quotient respiratoire chez un organe végétal fraîchement coupé.

Entre autres observateurs, Borodin a fait voir autrefois que l'activité de la respiration, chez *Cratægus monogyna*, *Spiræa opulifolia* et d'autres, est réduite de moitié après 12 heures et des deux tiers après 24 heures de séjour à l'obscurité. Le phénomène est constant, quant à son sens, mais on admet généralement qu'il ne se manifeste qu'après un repos assez prolongé; nous avons reconnu que dans le cas des plantes très jeunes, qui n'ont pas encore atteint leur maximum d'activité assimilatrice, il peut se produire en un temps beaucoup plus court, après 1 heure et demie à 2 heures, par exemple, lorsqu'on opère sur des organes détachés et, ce qui est plus grave, qu'il entraîne une diminution corrélative du rapport $\frac{CO^2}{O}$.

Beaucoup moins rapide, quoique assez net encore, si les feuilles sont restées, lors de leur mise dans la chambre noire, adhérentes à un rameau coupé, cet effet devient à peu près insensible pendant une dizaine d'heures, c'est-à-dire l'espace d'une nuit moyenne de printemps, quand ce rameau

est maintenu à l'obscurité sur sa souche ou, ce qui revient au même, lorsque les feuilles sont prises sur une plante privée de lumière pendant le même temps dans toutes ses parties.

Nous rapporterons ici quelques-uns de nos résultats les plus caractéristiques sur ce sujet; on remarquera particulièrement les expériences du Troène et du Lilas, dans lesquelles on voit la chute du quotient respiratoire se produire beaucoup plus vite chez les feuilles très jeunes que sur les feuilles adultes.

Feuilles détachées et conservées à l'obscurité; valeurs de $\frac{CO^2}{O}$ (¹).

	h			h m			h m	
Troène adulte.	16	1,02	Troène jeune.	1.30	1,05	Aucuba jeune.	1.30	1,15
	24	0,98		5	0,80		4	1,06
	41	0,88	Lilas jeune.	1.30	1,10		52	0,96
Lilas adulte.	5	1,03		2.30	0,99	Blé jeune.	1	1,04
	9	1,00		4	0,95		3	0,98
	24	0,92	Rosier jeune.	1	1,04		4	0,91
Fusain jeune.	1	1,10		4	0,95	Chou rave.	1	1,14
	3	1,05	Oseille jeune.	1.30	1,10		3.30	1,10
	7	0,94		4	0,91		6	0,90
Marronnier jeune.	1	1,04	Marronnier pétioles.	4	1,05	Pois jeune.	2	1,04
	7	0,87		7	0,91		4	0,94

Influence du séjour préalable de la plante à l'obscurité.

		$\frac{CO^2}{O}$.
Chou rave.	Feuilles fraîches	1,15
	Après 18h d'obscurité (plante entière)	1,17
	Après 42h » »	1,08
Troène.	Feuilles fraîches	1,04
	Après 16h d'obscurité (rameau coupé)	1,02
Tabac.	Feuilles fraîches	1,01
	Après 16h d'obscurité (plante entière)	0,99
Oseille.	Feuilles fraîches	1,06
	Après 16h d'obscurité sur place (plante entière)	1,04
Blé.	Feuilles fraîches	1,05
	Après 16h d'obscurité sur place (plante entière)	1,05

(¹) Nous ferons connaître plus tard les méthodes qui nous ont servi à déterminer ces rapports.

Influence du séjour préalable de la plante à l'obscurité (suite).

		$\frac{CO^2}{O}$.
Marronnier très jeune.	Feuilles fraîches	1,06
	Après 16^h d'obscurité sur place (branche voilée)...	1,02
	Après 7^h d'obscurité à 9° (branche coupée)......	0,97
	Après 3 jours » »	0,89
	La même après 4^h30^m d'insolation	0,97
Lilas très jeune.	Feuilles fraîches	1,12
	Après 16^h d'obscurité sur place (branche voilée)...	1,13
	Après 7^h d'obscurité (branche coupée)	1,02
	Après 20^h » »	0,98
	La même après 3^h d'insolation	1,05

Si la feuille respire lentement et, par suite, consomme peu, elle s'épuise naturellement moins vite; c'est ainsi qu'on trouve pour l'*Aspidistra* (vieilles feuilles, hiver) $\frac{CO^2}{O} = 0,94$ après 17 heures, 0,95 après 24 heures et encore 0,94 après 40 heures. La Joubarbe (*Sempervivum tectorum*), dont le quotient respiratoire à 25° en hiver est égal à 1,09-1,11, donne encore $\frac{CO^2}{O} = 1,02$ après 54 heures d'obscurité, portant sur la plante entière ou sur des feuilles détachées, et il en est de même avec beaucoup d'autres plantes grasses.

Avec le *Phyllocactus grandiflorus* on a trouvé comme valeur du quotient respiratoire à 25° (hiver) 1,04 pendant les 23 premières heures, puis 1,00 après 30 heures et 0,97 après 48 heures; avec le *Sedum acre*, toujours en hiver et à 25°, on a trouvé 1,03 pendant les 30 premières heures et 0,97 après 48 heures; avec le *Cotyledon ramosissima* 1,05 pendant les 23 premières heures, puis 1,02 après 30 heures, 0,98 après 48 heures et 0,95 après 74 heures. Pour l'*Euphorbia mamillaris* $\frac{CO^2}{O} = 1,05$ après 16 heures, 0,99 après 24 heures et 0,94 après 48 heures; enfin, pour le *Crassula portulacea* on a trouvé 0,99 pendant les 22 premières heures, 0,94 après 41 heures, 0,93 après 50 heures et 0,88 après 65 heures.

Nous ferons remarquer expressément que ces considérations, dans le cas des plantes grasses, ne leur sont applicables que pendant la saison d'hiver, alors que, la luminosité étant peu intense et la température peu élevée, elles peuvent se maintenir facilement en équilibre avec le milieu extérieur. En été, les choses se passent parfois d'une tout autre manière.

Le décroissement progressif du quotient respiratoire, chez les organes végétaux adaptés au milieu, est une véritable loi physiologique que, au cours de près d'un millier d'observations, nous n'avons jamais trouvée en défaut; il témoigne d'un épuisement continu des principes qui servent à entretenir la respiration normale et paraît être avant tout fonction de la quantité d'acide carbonique émis par la feuille depuis le début de son séjour à l'obscurité. Nous avons vu plus haut qu'il est plus rapide chez les feuilles qui respirent vite que chez celles qui respirent lentement; c'est pour la même raison qu'on l'observe au mieux quand on opère avec des organes très jeunes, dont la respiration est de deux à dix fois plus active que celle des feuilles adultes ou vieillies.

Le rapport $\frac{CO^2}{O}$ garde plus longtemps sa valeur lorsque la plante est soumise à une basse température parce qu'alors, sa respiration étant moins intense, elle consomme, toutes choses égales d'ailleurs, une moins grande quantité de principes alimentaires. L'expérience suivante, qui porte sur deux rameaux semblables de Marronnier (avril 1912), est particulièrement démonstrative à ce sujet.

	$\frac{CO^2}{O}$ à 25°.
Branche coupée, après 7 heures d'obscurité à 9°...	0,97
Branche coupée, après 7 heures d'obscurité à 15°...	0,86

Cette substance respiratoire, dont la nature nous échappe, mais dont la présence dans les organes fraîchement cueillis est rendue manifeste par la décroissance continue du rapport $\frac{CO^2}{O}$, ne s'y rencontre qu'en très faible quantité; mais elle se trouve en réserve dans les tissus non chlorophylliens, puisque les feuilles s'épuisent moins vite lorsqu'elles sont adhérentes à la tige que lorsqu'elles en ont été séparées; on a là un exemple remarquable de la tendance qu'ont toutes les parties d'une même plante à se mettre en équilibre de composition les unes par rapport aux autres, par un transport approprié des principes qu'elles renferment; enfin ces résultats sont absolument conformes à ceux déjà obtenus autrefois par Borodin, qui a vu la substance respiratoire se régénérer rapidement par l'insolation.

Dans les expériences qui viennent d'être rapportées, il nous a suffi de 3 heures d'éclairement pour faire remonter le quotient respiratoire de 0,98 à 1,05 sur un rameau de Lilas partiellement épuisé et de 4 heures et demie pour passer de 0,89 à 0,97 dans le cas d'une branche de Marronnier qu'on avait maintenue pendant 3 jours pleins à l'abri de la lumière.

Une forte insolation ou un changement brusque de température peut quelquefois produire l'effet inverse, par un mécanisme dont nous nous contenterons de dire pour le moment, d'accord en cela avec tous les auteurs qui se sont occupés de la question, qu'il est en rapport étroit avec la composition du suc cellulaire. Nous y reviendrons.

En dehors de cette circonstance exceptionnelle, les considérations exposées ci-dessus relativement à la conservation du quotient respiratoire initial chez les feuilles restées adhérentes à la plante mère et maintenues à une température relativement basse, permettent de croire que, dans le cours d'une nuit entière, ce même rapport garde généralement une valeur constante et très proche de celle qu'on trouve dès le début sur une feuille semblable cueillie en plein jour, par conséquent travaillant dans toute la plénitude de ses fonctions naturelles. C'est pourquoi nous appellerons désormais cette valeur, que personne n'a encore songé à déterminer avant nous, bien qu'elle soit la seule réellement intéressante, *quotient respiratoire normal* ou *quotient respiratoire réel*.

En résumé, il est nécessaire, lorsqu'on se propose de déterminer le quotient respiratoire réel d'un organe végétal détaché de sa souche, de prendre celui-ci sur un sujet en état d'équilibre dans toutes ses parties et d'opérer en un temps très court, à une température voisine de celle qu'il possédait au moment de la cueillette. Si, en outre, deux expériences d'inégale durée conduisent à des résultats différents, le plus faible correspondant au plus long temps, c'est toujours le plus fort qu'il faudra choisir comme étant le plus adéquate aux conditions naturelles de la végétation.

A côté de cette cause d'erreur il en est encore d'autres, qui tiennent à ce que la feuille en expérience n'est pas adaptée à son nouveau milieu ou à ce que les méthodes employées pour la détermination du coefficient respiratoire ne sont pas appropriées à cet objet; c'est ce que nous ferons voir dans une prochaine Communication, en discutant leurs principes et leur application.

M. Ch. Lallemand fait hommage à l'Académie d'un exemplaire de la deuxième édition de son Ouvrage intitulé *Nivellement de haute précision*. On y trouve des suppléments concernant la précision comparée des grands réseaux européens de nivellement, l'installation et l'observation des médimarémètres, etc.

M. A. LAVERAN s'exprime en ces termes :

J'ai l'honneur de faire hommage à l'Académie de la deuxième édition de l'Ouvrage que nous avons publié, M. Mesnil et moi, sous le titre de *Trypanosomes et Trypanosomiases*.

La question des trypanosomes a été l'objet, dans ces dernières années, d'un nombre énorme de travaux; nous avons dû, par suite, élargir beaucoup le cadre du Volume publié en 1904.

Les dix premiers Chapitres sont consacrés à l'étude générale des trypanosomes et des trypanosomiases.

Dans la partie spéciale de l'Ouvrage, plusieurs Chapitres sont consacrés à l'étude de trypanosomiases nouvellement décrites. Les Chapitres anciens ont été complétés; c'est ainsi que de nombreuses additions ont dû être faites au Chapitre relatif à la maladie du sommeil.

Les trypanosomiases occupent aujourd'hui une place importante dans la pathologie médicale et dans la pathologie vétérinaire; nous espérons que cet Ouvrage sera utile aux praticiens, comme aux savants qui poursuivent, dans les laboratoires, l'étude des trypanosomiases.

M. ALFRED PICARD fait hommage à l'Académie du *Rapport de la Commission permanente des valeurs de douane, session de* 1912.

CORRESPONDANCE.

M. le SECRÉTAIRE PERPÉTUEL signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Influence de l'hygiène et de la puériculture sur le nombre des bassins rétrécis en France, par A. MAGNAN. (Présenté par M. Edmond Perrier.)

ASTRONOMIE. — *Découverte et observations de la comète 1912 b (Schaumasse) faites à l'équatorial coudé de l'Observatoire de Nice.* Note de M. **A. Schaumasse**, présentée par M. Bassot.

Dates. 1912.	Temps moyen de Nice.	ΔƦ.	ΔⓅ.	Nombre de comp.	Ʀ apparente.	Log. fact. parall.	Déclin. apparente.	Log. fact. parall.	★
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Oct. 18......	17. 5. 6	+0.27,73	+2.13,5	15 : 10	9.57.37,64	$\bar{1}$,485$_n$	+1.35.31,1	0,775	1
» 19......	15.47.42	+0.31,47	+5.39,1	18 : 10	10. 0.15,30	$\bar{1}$,588$_n$	+0.27.45,3	0,783	2
» 19......	16.46.17	+0.38,06	+2.43,0	16 : 10	10. 0.21,89	$\bar{1}$,482$_n$	+0.24.49,2	0,782	2

Positions des étoiles de comparaison.

★.	Gr.	Ʀ moyenne 1912,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1912,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
2392 + 1	8,5	9.57. 8,38	+ 1,53	+ 1.33.18,2	— 0,6	A.G. Albany, 3932
2608 + 0	9,3	9.59.42,27	+ 1,56	+ 0.22. 6,9	— 0,7	Schjellerup, 3697

Remarques. — Oct. 18. La comète a paru de gr. 11,5; le crépuscule a empêché de la décrire.

Oct. 19. La comète présente la forme d'une nébulosité arrondie de 3′ environ de diamètre. Vers le milieu se trouve une condensation mal définie de gr. 10,5-11. Le ciel était très brumeux, surtout pendant la première observation.

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle comète Gale* (1912 *a*). Note de M. **Giacobini**, présentée par M. B. Baillaud.

J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie une série ininterrompue d'observations de la comète Gale, faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Est de $0^m,40$ d'ouverture).

Dates. 1912.	Temps moyen de Paris.	ΔƦ.	Δδ.	Nombre de comp.	Asc. droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.	★
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Oct. 3......	6.44.51	+ 1.34,08	— 0. 2,4	12: 6	15.24. 2,41	$\bar{1}$,537	— 3.15.27,7	0,831	1
» 4......	6.53.18	— 4.48,38	+ 0.29,9	9: 6	15.26.24,66	$\bar{1}$,537	— 2. 0.16,6	0,830	2
» 5......	6.35.26	+ 0.11,84	+ 6.40,9	12:10	15.28.38,84	$\bar{1}$,530	— 0.46.45,5	0,827	3
» 6......	6.38. 6	+ 3.12,80	+ 1.11,0	12: 8	15.30.47,54	$\bar{1}$,530	+ 0.25.56,9	0,828	4
» 7......	7. 3. 6	— 0.19,04	— 4.11,6	12:10	15.32.51,94	$\bar{1}$,558	+ 1.38.20,6	0,820	5
» 8......	6.55.44	— 0.52,30	— 2.36,8	12: 6	15.34.47,30	$\bar{1}$,554	+ 2.47.45,2	0,814	6
» 9......	6.39.46	+ 3.18,92	— 0. 0,4	12: 6	15.36.36,25	$\bar{1}$,541	+ 3.55.17,5	0,810	7

Dates. 1912.	Temps moyen de Paris.	ΔAR.	Δδ.	Nombre de comp.	Asc. droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.	★
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Oct. 10......	6.35.25	−2.33,37	+2.54,3	12: 6	15.38.20,77	$\bar{1}$,543	+5. 2. 5,2	0,806	8
» 11......	6.40.44	−5.52,39	−5.24,7	12: 8	15.40. 0,82	$\bar{1}$,549	+6. 7.48,2	0,801	9
» 12......	6.28.21	+3. 0,18	+1.38,6	12: 8	15.41.34,65	$\bar{1}$,543	+7.11.21,7	0,797	10
» 13......	6.22.21	+1.46,51	+1.40,4	12: 8	15.43. 4,44	$\bar{1}$,539	+8.13.52,5	0,790	11

Positions moyennes des étoiles de comparaison.

★	Gr.	Asc. droite, 1912,0.	Réduction au jour.	Déclinaison, 1912,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
1.....	8,5	15.22.27,19	+1,14	−3.15.17,0	−8,3	Strasbourg, 5391
2.....	9,2	15.31.11,91	+1,13	−2. 0.38,4	−8,1	Nicolajew, 3953
3.....	6,2	15.28.25,90	+1,10	−0.53.18,5	−7,9	½(Nicolajew, 3947 + Radcliffe, 4012)
4.....	8,9	15.27.33,66	+1,08	+0.24.53,7	−7,8	Nicolajew, 3944
5.....	8,3	15.33. 9,90	+1,08	+1.42.39,7	−7,5	Albany, 5249
6.....	8,0	15.35.38,52	+1,08	+2.50.29,2	−7,2	Albany, 5255
7.....	8,7	15.33.16,26	+1,07	+3.55.24,9	−7,0	Albany, 5250
8.....	8,5	15.40.53,08	+1,06	+4.59.17,7	−6,8	½(Albany, 5274 + Leipzig II, 7072)
9.....	8,3	15.45.52,17	+1,04	+6.13.19,6	−6,7	Leipzig II, 7095
10.....	7,5	15.38.33,45	+1,02	+7. 9.49,8	−6,7	Leipzig II, 7056
11.....	8,9	15.41.16,92	+1,01	+8.12.18,7	−6,6	Leipzig II, 7078

Le 3 octobre, la comète a l'aspect d'une nébulosité à peu près ronde de 50″ à 60″ d'arc de diamètre avec, au centre, un noyau stellaire de 7ᵉ grandeur environ. On ne distingue aucune trace de queue, mais l'on voit, précédant la comète, une nébulosité de forme elliptique avec une légère condensation à l'un des foyers. Le grand axe mesurait 20″ à 30″ d'arc de longueur et se dirigeait dans un angle de position de 60°. Quelques pointés faits sur la condensation de cette nébulosité et le noyau de la comète ont donné : $\Delta\alpha = 2^s,5$ et $\Delta\delta = 8'',7$.

Le lendemain, 4 octobre, la nébulosité n'existait plus. A partir du 11 octobre, le noyau s'étale et perd de son aspect stellaire.

Dans ces observations, j'ai été assisté par M. Solomos.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Gale (1912 a), faites à l'Observatoire de Besançon.* Note de M. P. Brück, présentée par M. B. Baillaud.

Dates. 1912.	Temps moyen de Besançon.	ΔAR.	Δ℘.	Nombre de compar.	AR apparente.	Log. fact. parallaxe.	℘ apparente.	Log. fact. parallaxe.	★
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Oct. 13......	6.47.18	+1.46,86	−2.10,2	6: 4	15.43. 4,80	$\bar{1}$,576	81.45.37,4	$0,784_n$	*a*
» 13......	6.47.18	−2.12,29	−3.34,7	6: 4	15.43. 4,89	$\bar{1}$,576	81.45.38,3	$0,784_n$	*b*
» 14......	6.59. 8	+4.15,58	−8.42,7	6: 8	15.44.31,33	$\bar{1}$,586	80.43.49,5	$0,784_n$	*c*
» 16......	6.22. 2	−0.50,40	−5. 1,2	6: 3	15.47.10, 6	$\bar{1}$,565	78.46.18,4	$0,766_n$	*d*
» 18......	6.24.51	+5.52,32	−7.58,6	6: 6	15.50.35,88	$\bar{1}$,574	76.52.33,4	$0,759_n$	*e*

Positions des étoiles de comparaison.

★	Gr.	Æ moyenne, 1912,0.	Réduction au jour.	℘ moyenne, 1912,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
a......	8,9	15.41.16,93	+1,01	81.47.41,0	+ 6,6	7078 A.G. Leipzig II
b......	9,0	15.45.16,16	+1,02	81.49. 6,6	+ 6,4	7094 Id.
c......	9,0	15.40.14,80	+0,95	80.52.25,7	+ 6,5	7067 Id.
d......	9,1	15.47.59,48	+0,98	78.51.13,5	+ 6,1	5524 A.G. Leipzig I
e......	7,5	15.44.42,63	+0,93	77. 0.25,7	+ 6,3	5504 Id.

La comète a une tête ronde avec une condensation stellaire très apparente au centre, sous forme d'un point vivement lumineux, qui dans les dernières observations va en s'élargissant et en prenant une apparence nébuleuse. La tête se prolonge par une queue bien visible et plus étroite. Le 13, cette queue, qui avait été vue déjà depuis plusieurs jours, formait avec le parallèle moyen de la tête un angle d'environ 20°, étant située au nord du parallèle et dirigée vers l'Est. On a pu la suivre sur une longueur d'environ 1°, mais il a été impossible de préciser où elle cessait. Elle était peut-être un peu courbe, avec concavité vers le Nord. Une seconde queue se détache vers le Sud, faisant avec la première un angle de 70°, mais elle est beaucoup plus faible.

Instrument employé : Équatorial droit de $0^m,21$ de diamètre et $3^m,10$ de distance focale; grossissement 73.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les substitutions crémoniennes.* Note de M. Léon Autonne, présentée par M. Jordan.

En matière de formes mixtes et de substitutions crémoniennes, on conservera les notations et la terminologie de mon Mémoire *Sur les formes mixtes* (*Annales de l'Université de Lyon*, 1905). La forme mixte $f(z^m, w^{m'})$ est un polynome, qui contient d'une façon homogène $(i, j = 1, 2, \ldots, N)$: 1° les N variables z_i, avec le degré m; 2° les N variables w_i, avec le degré m', *les* 2 N *variables étant liées par la relation* $\Sigma wz = 0$. La substitution crémonienne (c'est-à-dire birationnelle et de contact) a pour symboles

$$s = \begin{vmatrix} z_i & \varphi_i(z^m, w^{m'}) \\ w_i & \psi_i(z^n, w^{n'}) \end{vmatrix}, \qquad s^{-1} = \begin{vmatrix} z_i & \theta_i(z^p, w^{p'}) \\ w_i & \eta_i(z^q, w^{q'}) \end{vmatrix},$$

$\varphi_i, \psi_i, \theta_i, \eta_i =$ formes mixtes sans plus grand commun diviseur. On a, bien entendu : $\Sigma\psi\varphi = \Sigma\theta\eta = 0$; 2° (condition de contact) $\Sigma\psi\, d\varphi = \Omega\Sigma w\, dz$, $\Sigma\eta\, d\theta = \mathrm{K}\,\Sigma w\, dz$, $\Omega, \mathrm{K} =$ forme mixte; 3° (birationnalité) $\theta_i(\varphi, \psi)$ proportionnelle à z_i, $\eta_i(\varphi, \psi)$ proportionnelle à w_i, etc.

Prenons y_i et v_i proportionnelles à $\varphi_i(x, u)$ et $\psi_i(x, u)$, $\Sigma ux = 0$, x_i et

u_i proportionnelles à $\theta_i(y, v)$ et $\eta_i(y, v)$, $\Sigma vy = 0$. Les équations *primordiales* [de quatre types (xy), (xv), (uy), (uv)] lient une série de variables x_i ou u_i avec une série de variables y_i ou v_i. Dans le Mémoire précité, j'ai, pour s donnée, construit et étudié les primordiales. Abordant le problème inverse, j'ai démontré qu'à des primordiales données correspondait une ou aucune crémonienne. On continuera ici l'étude du problème inverse.

Par hypothèse les primordiales sont $(i, j = 1, 2, \ldots, N;\ \alpha = 1, 2, \ldots, \bar{\alpha};\ \beta = 1, 2, \ldots, \bar{\beta};\ \gamma = 1, 2, \ldots, \bar{\gamma};\ \delta = 1, 2, \ldots, \bar{\delta};\ a_{\alpha ij}, b_{\beta ij}, c_{\gamma ij}, d_{\delta ij} = \text{const.})$;

$$A_\alpha(x, y) = B_\beta(x, v) = C_\gamma(u, y) = D_\delta(u, v) = 0;$$

$$A_\alpha = \sum_{ij} a_{\alpha ij} x_i y_j; \qquad B_\beta = \sum_{ij} b_{\beta ij} x_i v_j; \qquad C_\gamma = \sum_{ij} c_{\gamma ij} u_i y_j; \qquad D_\delta + \sum_{ij} d_{ij} u_i v_j.$$

Voici la question : I. Trouver les conditions J nécessaires et suffisantes pour que la crémonienne s existe. — II. Les conditions J étant satisfaites, construire s.

Les conditions J sont au nombre de trois : J_1, J_2, J_3.

J_1. On a

$$\bar{\alpha} = \bar{\delta} = \upsilon; \qquad \bar{\beta} = \bar{\gamma} = \varpi; \qquad \upsilon + \varpi = N.$$

J_2. Introduisons les quatre matrices N-aires

$$a = \left(\sum_\alpha \lambda_\alpha a_{\alpha ij}\right); \qquad b = \left(\sum_\beta \mu_\beta b_{\beta ij}\right); \qquad c = \left(\sum \nu_\gamma c_{\gamma ij}\right); \qquad d = \left(\sum \rho_\delta d_{\delta ij}\right),$$

λ_α, μ_β, ν_γ, ρ_δ = indéterminées. On a

$$ab' + ba' = c'a + a'c = dc' + cd' = b'd + d'b = 0.$$

a' = transposée de a, etc.

J_3. Introduisons les quatre matrices N-aires : $Y = (y_{ij})$, $V = (v_{ij})$, $X = (x_{ij})$, $U = (u_{ij})$, où

$$y_{ij} = \begin{cases} \dfrac{\partial A_\alpha}{\partial y_j} \text{ pour } i = \alpha, \\ \dfrac{\partial C_\gamma}{\partial y_j} \text{ pour } i = \upsilon + \gamma; \end{cases} \qquad v_{ij} = \begin{cases} \dfrac{\partial D_\delta}{\partial v_j} \text{ pour } i = \delta, \\ \dfrac{\partial B_\beta}{\partial v_j} \text{ pour } i = \upsilon + \beta; \end{cases}$$

$$x_{ij} = \begin{cases} \dfrac{\partial A_\alpha}{\partial x_j} \text{ pour } i = \alpha, \\ \dfrac{\partial B_\beta}{\partial x_j} \text{ pour } i = \upsilon + \beta; \end{cases} \qquad u_{ij} = \begin{cases} \dfrac{\partial D_\delta}{\partial u_j} \text{ pour } i = \delta, \\ \dfrac{\partial C_\gamma}{\partial u_j} \text{ pour } i = \upsilon + \gamma. \end{cases}$$

« Les quatre matrices Y, V, X, U ont le rang N − 1. »

Soit la matrice $P=(p_{ij})$; la matrice $\overline{P}$ (*adjointe à* P), $\overline{P}=(\overline{p}_{ij})$, sera définie par la condition $\overline{p}_{ij}=\frac{\partial}{\partial p_{ij}}|P|$.

Les conditions J étant satisfaites, on a

$$\overline{Y}=(\Phi_0\Phi_i\varphi_j),\qquad \overline{V}=(\Psi_0\Psi_i\psi_j),\qquad \overline{X}=(\Theta_0\Theta_i\theta_j),\qquad \overline{U}=(H_0H_i\eta_j),$$

$\Phi_0, \ldots, \eta_j =$ formes mixtes; les Φ_i, ou les φ_j, par exemple, sont sans plus grand commun diviseur, etc. Alors « les formes mixtes φ, ψ, θ, η sont celles qui figurent dans l'expression des crémoniennes s et s^{-1} ».

Le problème est donc résolu. On remarque que « aucun des huit entiers positifs $m, m', n, n', p, p', q, q'$ ne dépasse ni $\nu-1$, ni $\omega-1$, ni $\frac{1}{2}N-1$ ». Donc pour $N\leqq 5$, les formes mixtes φ_i, ψ_i, θ_i, η_i sont linéo-linéaires.

Le cas $N=4$ ne fournit pas d'autres crémoniennes que celle déjà construite dans mon Mémoire *Sur les substitutions crémoniennes de l'espace* (*J. E. P.*, 2[e] série, 8[e] cahier).

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un théorème de M. Picard.* Note de M. **T.-H. Gronwall**, présentée par M. Émile Picard.

Le théorème en question s'énonce ainsi, sous la forme définitive que lui a donnée M. Landau :

« Soit une fonction analytique

$$F(x)=\alpha+a_1x+a_2+x^2+\ldots+a_nx^n+\ldots,$$

où $a_1\neq 0$; il existe un cercle $|x|<R=R(\alpha; a_1)$, de rayon indépendant de $a_2, \ldots, a_n, \ldots$, à l'intérieur duquel $F(x)$ possède un point singulier ou prend l'une des valeurs 0 et 1. »

Désignons par $\varphi(\alpha, a_1)$ la limite inférieure de $R(\alpha, a_1)$; M. Carathéodory a obtenu, à l'aide de la fonction modulaire, la valeur explicite de $\varphi(\alpha, a_1)$. De cette expression, il s'ensuit sans difficulté que

$$(1)\qquad \frac{c_1}{|a_1|}\left(\left|\alpha\log|\alpha|\right|+\left|(\alpha-1)\log|\alpha-1|\right|\right) > \varphi(\alpha, a_1) > \frac{c_2}{|a_1|}\left(\left|\alpha\log|\alpha|\right|+\left|(\alpha-1)\log|\alpha-1|\right|\right),$$

où c_1 et c_2 sont deux constantes numériques positives.

Je me propose de démontrer les inégalités ci-dessus par une voie entièrement élémentaire.

Pour cela, rappelons d'abord les formules suivantes

$$\varphi(\alpha, a_1) = \frac{1}{|a_1|}\varphi(\alpha, 1) = \frac{1}{|a_1|}\varphi(\alpha), \tag{2}$$

$$\varphi(\alpha) = \varphi(1-\alpha), \tag{3}$$

$$\varphi(\alpha) = |\alpha|^2\varphi\left(\frac{1}{\alpha}\right), \tag{4}$$

dont M. Landau ([1]) a donné des démonstrations tout à fait élémentaires.

Soit δ une quantité positive aussi petite que l'on veut; il existe une fonction analytique

$$F(x) = \alpha + x + a_2x^2 + \ldots + a_nx^n + \ldots$$

holomorphe, $\neq 0$ et $\neq 1$ pour $|x| < \varphi(\alpha) - \delta$. Alors

$$\sqrt{F(2\sqrt{\alpha}\,x)} = \sqrt{\alpha} + x + a'_2 x^2 + \ldots + a'_n x^n + \ldots$$

est holomorphe, $\neq 0$ et $\neq 1$ pour $|x| < \dfrac{\varphi(\alpha) - \delta}{2|\sqrt{\alpha}|}$, et il s'ensuit que

$$\frac{\varphi(\alpha) - \delta}{2|\sqrt{\alpha}|} < \varphi(\sqrt{\alpha}),$$

d'où, pour $|\alpha| > 1$, en faisant tendre δ vers zéro,

$$\frac{\varphi(\alpha)}{|\alpha|\log|\alpha|} \leqq \frac{\varphi(\sqrt{\alpha})}{|\sqrt{\alpha}|\log\sqrt{\alpha}|}. \tag{5}$$

Divisons le plan des α en quatre parties : I, $|\alpha| > 3$; II, $|\alpha| < \frac{1}{3}$; III, $|\alpha - 1| < \frac{1}{3}$; IV, $3 \geqq |\alpha| \geqq \frac{1}{3}$, $|\alpha - 1| \geqq \frac{1}{3}$.

Pour α appartenant à IV, on a

$$\varphi(\alpha) < c_3, \tag{6}$$

c_3 étant une constante numérique positive, ce qui résulte immédiatement de l'expression donnée par M. Landau ([2]), dans sa démonstration élémentaire du théorème énoncé au début, pour la borne supérieure de R (α, a_1).

([1]) *Ueber den Picardschen Satz* (*Vierteljahrsschrift der naturforschenden Gesellschaft in Zürich*, t. LI, 1906, p. 252-318, § 6).

([2]) *Ueber eine Verallgemeinerung des Picardschen Satzes* (*Sitzungsberichte der Königlich-Preussischen Akademie der Wissenschaften*, 1904, p. 1118-1133).

Pour α appartenant à I, posons $\alpha = \beta^{2^m}$, où nous déterminons l'entier positif m de sorte que $3 > |\beta| \geqq \sqrt{3}$. Par suite, β est intérieur à IV, et (5) et (6) donnent

$$\frac{\varphi(\alpha)}{|\alpha|\log|\alpha|} \leqq \frac{\varphi(\beta)}{|\beta|\log|\beta|} < \frac{c_3}{\sqrt{3}\log\sqrt{3}} = c_4, \tag{7}$$

d'où, *a fortiori*,

$$\varphi(\alpha) < c_4\big(\big|\alpha\log|\alpha|\big| + \big|(\alpha-1)\log|\alpha-1|\big|\big). \tag{8}$$

Lorsque α fait partie de II, $\frac{1}{\alpha}$ appartient à I, et (4) et (7) donnent

$$\varphi(\alpha) < |\alpha|^2 c_4 \left|\frac{1}{\alpha}\right| \log\left|\frac{1}{\alpha}\right| = c_4\big|\alpha\log|\alpha|\big|,$$

de sorte que (8) est aussi valable dans II.

Enfin, pour α intérieur à III, $1-\alpha$ appartient à II, et (3) fait voir que (8) est encore valable dans III. De (6), (8) et (2), on tire maintenant la première des inégalités (1).

Pour établir la deuxième, observons que, pour α appartenant à IV,

$$\varphi(\alpha) > \frac{1}{3}, \tag{9}$$

comme nous apprend déjà l'exemple trivial $F(x) = \alpha + x$. D'autre part, pour $|\alpha| \neq 0$ et $\neq 1$, la fonction

$$F(x) = \frac{\alpha}{|\alpha|} e^{\frac{\log|\alpha|}{1-\frac{x}{\alpha\log|\alpha|}}} = \alpha + x + \ldots$$

est holomorphe, $\neq 0$ et $\neq 1$ pour $|x| < \big|\alpha\log|\alpha|\big|$, de sorte que, pour α appartenant à I ou II,

$$\varphi(\alpha) > \big|\alpha\log|\alpha|\big|. \tag{10}$$

La combinaison de (3), (10), (9) et (2) nous donne immédiatement la deuxième inégalité (1).

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un théorème de Stieltjes.* Note de M. **George Polya**, présentée par M. Émile Picard.

Soient $A(x)$, $B(x)$, $C(x)$ des polynomes, sans diviseur commun à tous les trois, le degré de $B(x)$ étant inférieur au degré de $A(x)$. Stieltjes (1) a établi par une application ingénieuse de la théorie élémentaire des maxima une proposition de Heine (2), concernant l'existence de certains cas où l'équation

$$A(x)\frac{d^2y}{dx^2}+2\,B(x)\frac{dy}{dx}+C(x)y=0 \tag{1}$$

admet comme solution un polynome et il a démontré la proposition suivante :

Si toutes les racines de $A(x)$ sont réelles, et si dans la formule

$$\frac{B(x)}{A(x)}=\frac{\rho_1}{x-a_1}+\frac{\rho_2}{x-a_2}+\ldots+\frac{\rho_p}{x-a_p} \tag{2}$$

toutes les quantités $\rho_1, \rho_2, \ldots, \rho_p$ sont positives, et si $f(x)$ est un polynome qui vérifie l'équation (1), le plus petit intervalle, qui contient toutes les racines de $A(x)$, contiendra aussi toutes les racines de $f(x)$.

Par une généralisation immédiate du raisonnement de Stieltjes, on obtient la proposition suivante, où l'on ne suppose rien sur la réalité des racines de $A(x)$:

Si dans la formule (2) *tous les nombres* $\rho_1, \rho_2, \ldots, \rho_p$ *sont positifs et* $f(x)$ *est un polynome, solution de l'équation* (1), *le plus petit polygone convexe, dans le plan des nombres complexes, qui contient toutes les racines de* $A(x)$, *contiendra aussi toutes les racines de* $f(x)$. *Si toutes les racines de* $A(x)$ *sont situées sur la même droite, le polygone se réduit à un segment de droite; dans tous les autres cas, si l'une des racines de* $f(x)$ *est située sur la frontière de ce polygone, elle est forcément confondue avec une des racines de* $A(x)$.

Cette proposition comprend celle de Stieltjes, comme une proposition

(1) J.-J. Stieltjes, *Sur certains polynomes qui vérifient une équation différentielle*, etc. (*Acta mathematica*, t. II, 1885, p. 321-326).

(2) E. Heine, *Handbuch der Kugelfunctionen*, I (2e éd.), p. 472-476.

connue de Gauss [1], se rapportant à la position relative des racines d'un polynome et des racines de sa dérivée, comprend la conséquence immédiate du théorème de Rolle suivant :

Si toutes les racines d'un polynome sont contenues dans un segment de droite, toutes les racines de sa dérivée y sont contenues de même.

La démonstration de la proposition énoncée est presque la même que celle du théorème de Gauss. Soient

$$x_1, \quad x_2, \quad x_3, \quad \ldots, \quad x_n,$$

les racines de $f(x)$, chacune écrite avec sa multiplicité, et soit

$$A(x)f''(x) + 2B(x)f'(x) + C(x)f(x) = 0.$$

Si $A(x)$ a une racine z, différente de $a_1, a_2, \ldots, a_p$, on a $B(z) = 0$; z est une des quantités $x_1, x_2, x_3, \ldots, x_n$, car autrement $A(x)$, $B(x)$, $C(x)$ admettraient le diviseur commun $x - z$.

Si x_i est une racine, qui rend $A(x_i) = 0$, x_i est certainement contenue dans le plus petit polygone convexe, qui contient toutes les racines de $A(x)$, parce que x_i est aussi une racine de $A(x)$.

Si $A(x_k) \neq 0$, on aura aussi $f'(x) \neq 0$ [car $f(x)$ n'est pas identiquement zéro] et l'on obtient par division

$$\frac{f''(x_k)}{2f'(x_k)} + \frac{B(x_k)}{A(x_k)} = 0$$

ou explicitement

$$\frac{1}{x_k - x_1} + \ldots + \frac{1}{x_k - x_{k-1}} + \frac{1}{x_k - x_{k+1}} + \ldots$$
$$+ \frac{1}{x_k - x_n} + \frac{\rho_1}{x_k - a_1} + \ldots + \frac{\rho_n}{x_k - a_n} = 0.$$

En séparant le réel et l'imaginaire

$$x_\nu = \xi_\nu + i\eta_\nu, \qquad a_\nu = \alpha_\nu + i\beta_\nu,$$

$$\xi_k = \frac{\displaystyle\sum_{\nu}^{1,\ldots,k-1,k+1,\ldots,n} \frac{\xi_\nu}{(\xi_k - \xi_\nu)^2 + (\eta_k - \eta_\nu)^2} + \sum_{\nu}^{1,\ldots,p} \frac{\rho_\nu \alpha_\nu}{(\xi_k - \alpha_\nu)^2 + (\eta_k - \beta_\nu)^2}}{\displaystyle\sum_{\nu}^{1,\ldots,k-1,k+1,\ldots,n} \frac{1}{(\xi_k - \xi_\nu)^2 + (\eta_k - \eta_\nu)^2} \sum_{\nu}^{1,\ldots,p} \frac{\rho_\nu}{(\xi_k - \alpha_\nu)^2 + (\eta_k - \beta_\nu)^2}}$$

---

[1] GAUSS, *Werke*, III, 1866, p. 112. — Voir FEJÉR, *Comptes rendus*, 2e semestre 1907, p. 459-461, et *Mathematische Annalen*, t. LXV, 1907, p. 413-423.

et

$$\eta_k = \frac{\sum\limits_{\nu}^{1,\ldots,k-1,k+1,\ldots,n} \frac{\eta_\nu}{(\xi_k-\xi_\nu)^2+(\eta_k-\eta_\nu)^2} \sum\limits_{\nu}^{1,\ldots,p} \frac{\beta_\nu}{(\xi_k-\alpha_\nu)^2+(\eta_k-\beta_\nu)^2}}{\sum\limits_{\nu}^{1,\ldots,k-1,k+1,\ldots,n} \frac{1}{(\xi_k-\xi_\nu)^2+(\eta_k-\eta_\nu)^2} \sum\limits_{\nu}^{1,\ldots,p} \frac{\rho_\nu}{(\xi_k-\alpha_\nu)^2+(\eta_k-\beta_\nu)^2}}.$$

Le point $x_k = \xi_k + i\eta_k$ deviendra donc le centre de gravité (¹) des points $x_1, x_2, \ldots, x_{k-1}, x_{k+1}, \ldots, x_n, a_1, \ldots, a_p$, si les masses positives situées dans ceux-ci sont choisies convenablement. Par conséquent, une droite quelconque, qui passe par x_k, si elle ne passe pas par tous les points $x_1, \ldots, x_n, a_1, \ldots, a_p$, divise le plan des nombres complexes en deux demi-plans, de manière que tous les deux demi-plans contiennent à l'intérieur au moins un des points $x_1, \ldots, x_{k-1}, x_{k+1}, \ldots, x_n, a_1, \ldots, a_p$.

On construira le plus petit polygone convexe, qui enveloppe les $n+p$ points $x_1, \ldots, x_n, a_1, \ldots, a_p$; ce polygone contient toutes les racines de $A(x)$.

Supposons que ce polygone ne se réduit pas à un segment de droite; je dis que x_k est à l'intérieur de ce polygone, car si le point x_k était situé sur la frontière de ce polygone, on pourrait trouver au moins une droite telle que tout le polygone soit sur un côté de cette droite; c'est ce qui est impossible. En résumé, le plus petit polygone convexe, qui contient tous les points $x_1, x_2, \ldots, x_n, a_1, \ldots, a_p$, ne contient sur sa frontière aucun de ces points qui ne soit pas une racine de $A(x)$.

Tout pareillement, si $x_1, \ldots, x_n, a_1, \ldots, a_p$ sont situés tous sur un segment de droite, les deux extrémités de ce segment sont racines de $A(x)$.

On tire du théorème, en suivant M. Fejér (²), la conséquence suivante : *La racine la plus grande de $f(x)$ (en valeur absolue) ne peut pas être plus grande (en valeur absolue) que toutes les racines de $A(x)$.*

Les racines de l'équation $f(x) = 0$ représentent la position d'équilibre d'un certain système de n points matériels; cette position d'équilibre est toujours *instable*.

(¹) Voir les Notes de M. Fejér citées plus haut.

(²) *Loc. cit.*

GÉODÉSIE. — *Sur les triangulations géodésiques complémentaires des hautes régions des Alpes françaises (dixième campagne).* Note de M. P. **Helbronner**, présentée par M. Bassot.

Les triangulations complémentaires des années précédentes avaient amené la limite septentrionale de mes réseaux à coïncider d'une façon générale avec une ligne idéale joignant le Col du Petit Saint-Bernard à la ville de Moutiers. Néanmoins, il restait à compléter, au sud de cet alignement, certaines parties des chaînes encaissantes de la haute vallée de Saint-Martin-de-Belleville. C'est par les occupations de sommets, situés sur ces chaînes, et aussi par celles des points bas, situés dans la vallée elle-même. que débuta la campagne de 1912. Les stations principales qui jalonnèrent cette première surface furent la Pointe de Fenêtre (2160) (¹), la Tête de Geffriand (2397), la Tête de la Gratte (2625), le Sommet de l'Arpettaz (2041). Ce travail s'effectua entre le 24 juin et le 1er juillet.

Les opérations suivantes se sont étendues du 2 juillet au 22 septembre et se sont encadrées dans les polygones III et IV de ma Chaîne Méridienne de Savoie. Suivant le principe que j'ai adopté dès le début et suivant l'utilisation rationnelle des résultats de cette chaîne fondamentale, j'ai réoccupé ceux des sommets de celle-ci qui étaient compris dans le théâtre actuel d'opérations et qui, cette année, se trouvaient être le Mont Bellachat, (2488), le Grand Mont (2698), la Tête Nord des Fours (2761) et le Roignais (2998).

A l'intérieur des mailles formées par les polygones de ma Méridienne de Savoie, j'ai occupé comme stations primaires, notamment le Pic de la Lauzière (2830), le Grand Arc (2489), la Grande Lanche (2115), la Roche Pourrie (2043), le Mirantin (2485), le Crêt du Rey (2635), le Roc Marchand (2130), la Tête de Vaugellaz (2215), la Crête de la Combe-Neuve (2550), la Tête de la Chevalière (2240), la Pointe du Clapey (2625), la Pointe de la Clavetta (2620), la Pointe du Mortié (2900), le Mont Miravidi (3060), les forts du Mont (1120) et de la Redoute-Ruinée (2400), la Pointe de la Louïe-Blanche (2880), etc.

Par le nombre important de stations secondaires et tertiaires, j'ai pu

(¹) Les altitudes données dans cette Note sont essentiellement provisoires; elles proviennent, en général, de la Carte de l'État-Major au 80000e.

donner une densité régulière, et au moins égale à celle des années précédentes, aux points intersectés situés dans les parties basses et à mi-hauteur.

Selon la méthode employée depuis le début, j'ai constitué encore cette année-ci une *ligne de base de nivellement*, en stationnant auprès d'une vingtaine de repères du Service du Nivellement général de la France, sur la route nationale entre Moutiers et le Col du Petit Saint-Bernard. Cette ligne de base de nivellement servira comme les précédentes à une série de contrôles et de départs altimétriques pour tous les points trigonométriques de cette région. Indépendamment de cette ligne principale de base pour les altitudes, j'ai stationné également près de plusieurs repères posés par le Service du Nivellement dans certaines vallées élevées. Les observations zénithales que j'y ai recueillies viendront contribuer aussi à l'établissement de mes altitudes définitives.

Les conditions météorologiques de cette année — aussi exceptionnellement défavorables que celles de la précédente avaient été favorables — auraient pu annihiler complètement mes opérations si je n'avais pas constamment eu l'esprit tendu vers la prévision des heures de clarté; s'il n'y eut jamais, en effet, entre le 5 juillet et le 15 septembre, de période atteignant 24 heures consécutives d'atmosphère complètement débarrassée de nuages, il y eut, par contre, un grand nombre d'éclaircies de courte durée que je pus utiliser presque toutes par des gîtes pris aussi hauts qu'il était possible et maintenus jusqu'à réussite du programme décidé. Dans ces éclaircies, j'eus d'ailleurs constamment à supporter des vents violents. Du 15 au 22 septembre, l'atmosphère, plus pure, fut cependant encore, tout au moins dans les régions basses, encombrée de la buée laiteuse qui m'a paru être dans les Alpes, par sa continuité, même lors des beaux jours, une caractéristique de cet été spécial. Au sujet des conditions météorologiques qui ont accompagné celui-ci, il m'a paru intéressant de rassembler certains documents, notamment sur l'état de persistance des neiges anciennes, sur l'état physique des neiges récentes, sur la constance du cycle de variation des vents qui a semblé résulter de la très régulière périodicité de passage des centres de pression et de dépression, surtout enfin sur la continuité de présence des vapeurs en suspension dans l'atmosphère, tantôt sur toute son épaisseur appréciable, tantôt au-dessus ou au-dessous d'une ligne de niveau dont l'altitude était la même sur tout le tour d'horizon visible. Certains panoramas photographiques fixeront, d'autre part, des enneigements descendant à des niveaux exceptionnels pour les dates où ils ont été enregistrés.

J'ai rapporté, malgré ces séries de mauvais temps, cinquante-deux douzaines de clichés, presque tous impressionnés sur les points culminants de mon réseau. Cette dixième campagne, comprenant 127 stations (dont 4 au-dessus de 3000^m), porte à plus de 900 (dont 125 au-dessus de 3000^m) le nombre des positions que j'ai occupées avec le théodolite

depuis le début des travaux de ma *Description géométrique détaillée des Alpes françaises*. Le nombre total correspondant des points trigonométriques déterminés en planimétrie et en altimétrie ne peut être actuellement exactement recensé, mais dépasse vraisemblablement 4000.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Influence de la vitesse de combustion sur le rendement d'un moteur à gaz*. Note de M. E. **Mérigeault**, présentée par M. L. Lecornu.

Le théorème que j'ai démontré dans ma précédente Note (¹) peut se traduire par la règle pratique suivante, applicable aux moteurs adiabatiques, c'est-à-dire sans pertes par les parois :

Si la pression maxima est limitée, par des conditions de résistance par exemple, il y a intérêt à pousser la compression précédant l'allumage jusqu'à cette pression maxima (si on le peut) et à faire ensuite la combustion à pression constante.

Mais il n'est pas toujours possible d'opérer ainsi. En particulier, dans le cas où la compression dans le cylindre se fait à la fois sur le gaz combustible et sur l'air préalablement mélangés, l'élévation de température provoquée par la compression peut donner lieu à des inflammations prématurées. Cela limite la compression sans limiter la pression maxima (²).

Il faut remarquer aussi que ma démonstration, comme celle de M. Carvallo d'ailleurs, suppose des parois imperméables à la chaleur (moteurs adiabatiques), ce qui n'est ni réalisable, ni souhaitable à d'autres points de vue.

La plupart des études publiées sur les moteurs à gaz supposent cette restriction, bien qu'elle ne soit pas explicitement indiquée.

J'ai démontré ailleurs (³) après M. Lecornu (⁴) et par une autre méthode que lui, l'avantage de la combustion instantanée, ce qui semble, *a priori*, en contradiction avec la proposition démontrée ci-dessus.

(¹) *Comptes rendus*, 7 octobre 1912.

(²) Dans le moteur Diesel on n'a pu atteindre des compressions de 35^{atm} et 40^{atm} que parce que l'on comprime séparément le combustible liquide et l'air.

(³) Mérigeault, *Théories des moteurs à gaz et à pétrole* (*Annales des mines*, 1905).

(⁴) Lecornu, *Sur les moteurs à combustion et à injection* (*Comptes rendus*, 1902).

Cette contradiction n'est qu'apparente. Les deux problèmes sont bien différents.

La proposition concernant l'avantage de la combustion instantanée doit en effet s'exprimer de la façon suivante :

Lorsqu'un moteur est construit de façon à pouvoir résister aux pressions développées par une explosion instantanée, et si la compression est limitée, il y a intérêt à provoquer cette explosion instantanée.

La combinaison de ces deux propositions conduit au théorème suivant, démontré seulement pour les moteurs adiabatiques :

1° Si aucune condition ne limite la compression avant allumage (par exemple si l'air et le combustible sont comprimés séparément), il y a intérêt à pousser cette compression jusqu'à la pression maxima que peut supporter le cylindre, puis à faire une combustion à pression constante. Voilà l'explication de l'avantage du moteur Diesel. On voit qu'il est fort heureux que des difficultés pratiques se soient opposées à la réalisation de la conception théorique de l'inventeur : combustion à *température constante*.

2° Si certaines conditions limitent la compression avant allumage et si la pression à laquelle peut résister le cylindre est pratiquement illimitée, il y a intérêt à faire une combustion instantanée.

3° On peut ensuite facilement démontrer, par une méthode tout à fait identique à celle qui a été exposée dans ma première Note, que si certaines conditions (suppression des inflammations prématurées) limitent à p la pression avant allumage, et si les conditions de résistance limitent à P la pression maxima du diagramme, P étant supérieur à p, mais inférieur à la pression qui serait développée par une explosion complète instantanée, il y a intérêt à pousser la compression jusqu'à p, puis à faire une combustion instantanée partielle jusqu'à l'obtention de la pression P, et enfin à terminer la combustion à pression constante.

Il est probable que ces conclusions sont également vraies pour les moteurs réels, dans lesquels les actions de parois sont importantes.

RADIOTÉLÉGRAPHIE. — *Captation des ondes hertziennes par des antennes purement horizontales tendues au ras du sol et, par extension, utilisation des fils télégraphiques et téléphoniques d'abonnés.* Note de M. **Paul Jégou**, présentée par M. Lippmann.

Séjournant à Saint-Brieuc le mois dernier, je me suis proposé de faire quelques essais de réception d'ondes et spécialement des ondes de la Tour

Eiffel avec un récepteur horaire simplifié, analogue à celui décrit ici même (*Comptes rendus*, 5 décembre 1910), en le reliant à une antenne purement horizontale et tendue parallèlement au sol, à peine à hauteur d'homme. Je me souvenais alors des expériences publiées par Kiebitz au mois de janvier dernier et je désirais me rendre compte ainsi du rôle de ces antennes quasi horizontales.

Sur un terrain long de 100^m et légèrement incliné ($\frac{3}{100}$), j'ai tendu un fil de 80^m de long; on n'obtient alors aucune réception des signaux horaires. Avec deux fils, dont l'écart était de $0^m,30$, la réception devient de suite très bonne, au point d'être suffisante pour déceler même les signaux météorologiques de 8^h et 15^h émis avec le groupe de puissance réduite de la Tour.

Avec 3 fils, l'effet restait le même, avec 4 fils également. D'où il résulte nettement l'utilité d'*associer toujours deux fils* pour profiter intégralement du rendement de ces antennes. Résultat à rapprocher des phénomènes présentés par les antennes verticales.

Par extension, j'ai branché mon appareil sur une ligne téléphonique d'abonné en prenant contact sur une borne-ligne de l'appareil, l'autre pôle de l'appareil récepteur étant mis à la terre.

Sous cette forme, les signaux de la Tour sont *fortement* décelés, mais au milieu d'une friture intense reproduisant, avec renforcement plutôt, les bruits multiples couramment perçus dans les postes téléphoniques d'abonnés (inductions diverses des télégraphes, etc.).

L'intercalation d'un petit condensateur, entre la borne de l'appareil téléphonique de l'abonné et le récepteur, crée une barrière s'opposant au passage des courants parasites et ne laissant passer que les ondes hertziennes. Grâce à cet artifice, quand le courant est fermé sur le détecteur, les écouteurs restent parfaitement silencieux. (A circuit ouvert, on perçoit encore une friture assez légère.) C'est alors avec la plus grande facilité qu'on perçoit très fortement tous les signaux de la Tour.

Les fils télégraphiques se sont montrés aussi avantageux.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la réfraction et la rotation magnétique des mélanges*. Note de M. **P.-Th. Muller** et Mlle **V. Guerdjikoff**, présentée par M. A. Haller.

Dans une Note du 15 février 1912, nous avons discuté l'expression de H. Becquerel $\frac{\alpha}{\alpha_0} \times \frac{1}{n^2(n^2-1)}$ où α représente la rotation magnétique d'une

solution et n son indice de réfraction, α_0 étant la rotation d'un corps type. Nous avons montré que cette expression pouvait subir des variations plus grandes que ne le supposait son auteur. Nous avons produit plusieurs arguments parmi lesquels se trouvait la proposition que dans certains cas l'indice de réfraction présentait des sauts brusques, alors que la rotation magnétique continue sa marche régulière. Cette proposition n'est pas exacte ainsi que l'a fait observer M. Schwers ([1]). Quelques-uns des indices cités sont faux : par suite d'une erreur regrettable on a fait usage, pour les calculs, de la Table d'un prisme autre que celui qui avait servi aux expériences; dans ces conditions la répétition des mesures fournissait nécessairement le même résultat erroné.

Pour avoir les chiffres corrects que nous donnons ci-dessous il a suffi de reprendre les nombres lus directement sur l'appareil et consignés dans nos carnets de laboratoire, et de les calculer avec la Table convenable. Dans nos Tableaux p désigne le poids du corps contenu dans 100^g de la solution ou du mélange, n est l'indice de réfraction et α la rotation magnétique pris tous deux en lumière jaune du sodium, la température étant de 25° (à $0^\circ,1$ près pour l'indice, à $0^\circ,5$ près pour la rotation); $\alpha_{(calc.)}$ est obtenu au moyen des formules linéaires qui figurent après chaque Tableau; enfin B est l'expression de Becquerel $B = \frac{\alpha}{\alpha_0 n^2(n^2-1)}$, α_0 étant la rotation de l'eau égale, ici, à $4^\circ,864$.

Solution aqueuse de chlorure de lithium.

$p_{(sel)}$.	n.	α.	$\alpha_{(calc.)}$.	Différ.	B.
0	1,3326	4°,86	4°,91	— 0°,05	0,7260
10,68	1,3565	5,78	5,80	— 0,02	0,7714
15,27	1,3673	6,25	6,20	+ 0,05	0,7845
21,10	1,3838	6,84	6,81	+ 0,03	0,7992
31,50	1,4069	7,69	7,67	+ 0,02	0,8134
36,36	1,4149	8,01	7,96	+ 0,05	0,8159
40,76	1,4289	8,46	8,48	— 0,02	0,8196
43,33	1,4343	8,64	8,68	— 0,04	0,8205

$$\alpha_{(calc.)} = 37,08\,n - 44,50.$$

([1]) Schwers, *Comptes rendus*, t. 155, p. 398.

Solution aqueuse d'azotate d'ammonium.

$p_{(sel)}$.	n.	α.	$\alpha_{(calc.)}$.	Différ.	B.
0	1,3326	4°,864	4°,858	+ 0°,006	0,726
10,49	1,3455	4,801	4,793	+ 0,008	0,676
12,10	1,3458	4,777	4,791	− 0,014	0,669
20,59	1,3582	4,726	4,729	− 0,003	0,624
27,55	1,3680	4,693	4,680	+ 0,013	0,592
49,38	1,3999	4,505	4,520	− 0,015	0,492
62,03	1,4185	4,433	4,427	+ 0,006	0,448

$$\alpha_{(calc.)} = -5,017n + 11,543.$$

Mélange d'aniline et d'alcool absolu.

$p_{(aniline)}$.	n.	α.	$\alpha_{(calc.)}$.	Différ.	B.
0	1,3596	4°,14	3°,90	+ 0°,24	0,543
9,81	1,3782	4,96	4,83	+ 0,13	0,597
20,49	1,3993	5,85	5,88	− 0,03	0,641
29,71	1,4183	6,78	6,83	− 0,05	0,685
36,37	1,4317	7,42	7,49	− 0,07	0,709
50,88	1,4630	8,96	9,05	− 0,09	0,754
59,61	1,4830	9,83	10,05	− 0,22	0,767
71,46	1,5110	11,33	11,45	− 0,12	0,795
80,99	1,5343	12,55	12,61	− 0,06	0,810
88,73	1,5531	13,60	13,55	+ 0,05	0,821
100,00	1,5842	15,34	15,10	+ 0,24	0,832

$$\alpha_{(calc.)} = 49,86n - 63,89.$$

On voit d'abord que pour Li Cl et surtout $NH^4.NO^3$ l'angle de rotation est pratiquement une fonction linéaire de l'indice; l'écart entre α et $\alpha_{(calc.)}$ ne dépasse guère l'erreur expérimentale qui oscille en général autour de 0°,03, à la condition, bien entendu, de faire un grand nombre de lectures de l'angle de rotation et de prendre la moyenne.

Pour le mélange aniline-alcool, on trouve en portant n en abscisses et α en ordonnées, une courbe légèrement convexe vers les abscisses. Si l'on remplace provisoirement cette courbe par une droite moyenne, on constate des écarts (0°, 24) supérieurs aux erreurs expérimentales. Ici la relation entre α et n est plus complexe; la droite n'en offre qu'une image approchée.

Enfin l'allure de la fonction B est différente selon les cas ; dans le mélange aniline-alcool on la voit croître de plus de 50 pour 100 de sa

valeur ; elle diminue de la même quantité pour la solution aqueuse d'azotate d'ammonium. Elle croît plus lentement avec la solution de chlorure de lithium et se rapproche visiblement d'une valeur *maximum* qui ne serait atteinte qu'en liquide sursaturé ([1]).

Les variations de B peuvent être beaucoup plus grandes que ne le croyait H. Becquerel ([2]), qui n'avait pas opéré dans des limites de concentration bien étendues. Ce physicien ne semble pas avoir été frappé de ce fait que dans certaines dissolutions l'angle de rotation et l'indice de réfraction peuvent marcher en sens contraire.

Nous venons de citer l'azotate d'ammonium, d'après mes propres expériences; nous pourrions y ajouter d'autres exemples connus, tels que les dissolutions d'acide sulfurique ou d'acide acétique. Ces mélanges présentent même un maximum d'indice de réfraction qui ne se répercute nullement sur la marche régulière de la rotation magnétique.

Ces résultats ne donnent évidemment pas le droit de conclure que les deux phénomènes sont indépendants l'un de l'autre, ainsi que le pensait Verdet, mais, d'autre part, il paraît difficile de trouver dans le cas des mélanges binaires une expression *générale* reliant les deux grandeurs.

CHIMIE MINÉRALE. — *Méthode simple pour la préparation des oxydes minéraux*. Note de M. **Maurice Billy**, présentée par M. A. Haller.

La formation et la préparation des oxydes du titane, à partir de *l'anhydride titanique*, ont depuis longtemps attiré mon attention, parce que ce métal est très répandu dans la nature et que les méthodes générales habituelles de réduction n'ont pas donné jusqu'à présent de résultats satisfaisants dans ce cas.

L'action de l'hydrogène sec s'arrête avant la formation de Ti^2O^3. J'ai répété les expériences d'Ebelmen ([3]) et de Pfordten ([4]); en portant la température jusqu'à 1750°, on obtient encore des composés voisins de Ti^3O^5.

La réduction de l'anhydride titanique par le magnésium selon la méthode de Winckler ([5]), par l'aluminium à haute température, par le calcium, et

---

([1]) Pour la solution de LiCl, B a été obtenu à l'aide de $\alpha_{(calc.)}$, sauf pour l'eau pure.

([2]) H. Becquerel, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. XII, 1877, p. 44.

([3]) Ebelmen, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. XX, 1847, p. 392.

([4]) Pfordten, *Ann. de Lieb.*, t. CCXXXVII, 1887, p. 230.

([5]) Winckler, *Ber.*, t. XXIII, 1890, p. 2660.

par le charbon au four électrique selon Moissan [1], n'ont pas donné d'oxydes bien définis.

Pour cette raison, j'ai renoncé aux méthodes classiques de désoxydation et j'ai songé à réduire l'anhydride titanique par le titane en excès; la pureté du métal livré par l'industrie n'est pas parfaite, mais permet cependant d'obtenir des résultats satisfaisants.

Les recherches bibliographiques indiquent que Chénevix [2] a le premier essayé d'affiner un oxyde métallique par le métal correspondant

$$(CuO + Cu = Cu^2O);$$

il enlevait mécaniquement le métal en excès.

J'ai voulu généraliser l'expérience de Chénevix en commençant par le métal le plus réfractaire : le titane. On obtient ainsi, non seulement le protoxyde, mais un oxyde intermédiaire, en employant soit un excès de métal, soit les quantités théoriques d'oxyde supérieur et de métal.

Sesquioxyde de titane (Ti^2O^3). — Pour obtenir Ti^2O^3, on mélange intimement de l'anhydride titanique sec, avec un excès de titane, sur le tamis n° 300; on comprime la poudre impalpable au fond d'un creuset de porcelaine et on ferme avec le couvercle; le creuset est entouré d'une *brasque* de rutile réduit par le magnésium et recouvert de charbon pulvérisé, ce qui arrête l'action de l'azote et de l'oxygène de l'air.

Après avoir chauffé vers 700°, 30 minutes environ, on laisse refroidir. On obtient le même résultat si l'on chauffe dans le vide les produits de la réaction, sans brasque, au fond d'un tube de quartz.

La substance obtenue après purification est une poudre cristalline bleu foncé homogène.

Composition. — Titane pour 100 : obtenu 66,57; calculé 66,71. Oxygène pour 100 : obtenu 33,42; calculé 33,28.

Protoxyde de titane (TiO). — Pour obtenir TiO, le mélange d'anhydride titanique et de titane en excès est effectué comme précédemment, mais on chauffe vers 1500°. Après purification, on obtient une poudre cristalline brun très foncé homogène.

---

(1) MOISSAN, *Comptes rendus*, t. 120, 1895, p. 290.

(2) CHÉNEVIX, *Soc. Roy. de Londres*, 5 mars 1801; *Ann. de Chim. et de Phys.*, 1re série, t. XLV, 1803, p. 61.

Composition. — Titane pour 100 : obtenu 74,66; calculé 75,03. Oxygène pour 100 : obtenu 25,33; calculé 24,96.

La *purification* des oxydes du titane en présence du métal, c'est-à-dire la dissolution du métal en excès, peut se faire de deux manières :

1° On laisse pendant 24 heures la substance très divisée au contact d'une liqueur très chlorhydrique de tétrachlorure de titane à 60°, le métal se dissout et donne du trichlorure violet.

2° Un moyen beaucoup plus rapide consiste à attaquer la substance divisée par une liqueur concentrée de potasse (20^g de potasse caustique, 10^g d'eau) à 130° environ, pendant 4 ou 5 heures. On reprend par l'acide chlorhydrique dilué de son volume d'eau pour dissoudre le titanate formé à partir du métal ; il ne faut pas dépasser 60° pour éviter toute hydrolyse. On filtre après avoir étendu d'eau et on lave. L'oxyde reste inattaqué.

Pour *l'analyse*, on sèche le produit à 105°, puis, par oxydation au rouge vif d'un poids connu, on le transforme en anhydride titanique, qu'on pèse à poids constant.

Des réductions analogues faites sur l'anhydride tungstique, l'anhydride molybdique, le sesquioxyde de fer, l'oxyde salin de manganèse m'ont donné toute satisfaction avec les métaux correspondants.

On peut, dès à présent, considérer que l'expérience isolée de Chénevix est la base d'une *méthode générale* de préparation des oxydes minéraux; sa simplicité la recommande soit pour l'obtention de composés connus, soit pour tenter la synthèse de nouveaux corps ; elle peut s'étendre à beaucoup de composés binaires et même aux sels minéraux insolubles.

Je me propose de compléter cette étude en indiquant quelles sont les variations thermiques enregistrées au cours de ces réductions pour en déduire les températures exactes de formation des oxydes. J'étudierai en outre les phénomènes magnétiques relatifs aux oxydes préparés par cette méthode.

BOTANIQUE. — *Greffes de Carotte sur Fenouil poivré.* Note de M. **Lucien Daniel**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Au printemps dernier, j'ai greffé une Ombellifère alimentaire, la Carotte rouge demi-longue nantaise, sur une Ombellifère aromatique, le Fenouil poivré, qu'il ne faut pas confondre avec le Fenouil doux. La racine de la Carotte est tuberculeuse, rouge, très sucrée; elle a une odeur spéciale et ne

contient pas de principe âcre sensible au goût. La racine du Fenouil n'est pas tuberculeuse à proprement parler; elle est blanche, peu sucrée; son odeur est très différente de celle de la Carotte et sa saveur est âcre et poivrée.

Ces greffes sont très délicates. Voici comment j'ai opéré : j'ai semé séparément dans des godets nombreux quelques graines de Carotte et de Fenouil poivré, puis j'ai laissé une seule plantule par godet. Quand les racines ont eu atteint la grosseur d'un crayon, je les ai greffées en fente sans sortir le sujet de son godet. Les greffes achevées ont été placées sous verre et ont reçu les soins nécessaires jusqu'à la reprise et la mise complète à l'air libre. Ce qui cause souvent l'échec de la greffe, c'est que la racine sujet et la racine greffon ont une tendance constante à s'affranchir au contact du sol. La suppression des organes de remplacement (racines ou bourgeons adventifs) est difficile à faire d'une façon complète sans endommager les greffes.

J'ai réussi 18 greffes sur 100, ce qui est un chiffre bien minime. Il faut ajouter que ces 18 greffes n'étaient pas des greffes ordinaires, mais bien des greffes mixtes, dans lesquelles le greffon vivait exclusivement aux dépens du sujet, ou des greffes siamoises quand, comme cela avait eu lieu pour deux exemplaires, la Carotte greffon possédait des racines adventives tout en étant intimement soudée à la racine du Fenouil sujet, celui-ci ayant lui-même des pousses feuillées.

J'ai cueilli toutes ces greffes dans la seconde semaine d'octobre. J'ai constaté que toutes les Carottes greffées s'étaient tuberculisées, mais les tubercules variaient singulièrement comme dimensions suivant les exemplaires. Leur couleur était rouge, mais teintée de brun ou de verdâtre chez divers exemplaires. La chair, rouge également, était, dans la plupart des cas, plus pâle et plus dure que chez les témoins, mais la ligne de démarcation était très nette entre les tissus du greffon et ceux du sujet, à l'œil nu comme au microscope. L'odeur était plus ou moins atténuée chez les Carottes greffées, mais cette odeur ne semblait pas tenir nettement du Fenouil sujet.

Ce qui était le plus remarquable, c'est que toutes les Carottes greffées, moins sucrées que les témoins, présentaient, à des degrés divers, le goût poivré de la racine du Fenouil, mais toutefois à un degré moindre que celle-ci. J'ai constaté que cette transmission du goût était plus prononcée dans les greffes mixtes que dans les greffes siamoises et que le goût poivré était plus accentué dans les régions du tubercule les plus voisines du bourrelet. Les feuilles des Carottes greffées avaient conservé leur saveur douce habituelle.

De cette expérience, on peut tirer les conclusions suivantes :

1° Les pigments de la Carotte ne passent pas dans le Fenouil sujet, mais le greffage modifie plus ou moins la pigmentation du tubercule de la Carotte, révélant ainsi les troubles amenés par la symbiose dans les échanges de matière chez le greffon ;

2° La chair de la Carotte est durcie, moins riche en sucres, et les substances âcres de la racine sujet passent dans les tubercules du greffon, au travers du bourrelet. La Carotte perd ainsi sa valeur alimentaire et l'on a réalisé un greffage détériorant. Ce passage s'effectuant quand celui des pigments n'a pas lieu, montre que de la façon de se comporter d'une substance on ne peut préjuger ce qui se passe pour une autre chez les plantes greffées.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur la présence d'acide nitreux dans la sève des végétaux supérieurs.* Note de M. **P. Mazé**, présentée par M. Müntz.

Après avoir assimilé, au point de vue physiologique, le liquide d'exsudation nocturne des végétaux supérieurs, à l'urine des animaux, j'ai été conduit par voie de déduction à pousser plus loin l'analogie entre les deux excrétions :

Dans l'urine, on trouve, à côté des produits de désassimilation, des substances telles que les diastases, qui sont éliminées parce que l'organisme en produit plus qu'il n'en détruit.

On pouvait donc s'attendre à rencontrer aussi dans les exsudations végétales des substances susceptibles de jouer un rôle physiologique intéressant ; cette déduction était d'autant plus légitime que les stomates aquifères sont en relation directe avec la sève végétale.

J'ai réussi ainsi à découvrir deux composés, les diastases mises à part : l'acide nitreux et une substance organique capable de faire verdir les feuilles de maïs atteint de chlorose.

Je résumerai ici les observations relatives à l'acide nitreux, faites sur le maïs cultivé en solution minérale aseptique.

La présence constante des nitrates dans la sève et dans le liquide d'exsudation du maïs cultivé dans la terre, ou dans les solutions nutritives pourvues de nitrates, fait supposer que l'acide nitreux dérive de l'acide nitrique.

Mais j'ai montré que les feuilles de maïs ou les plantules privées de la graine et des racines ne réduisent pas les nitrates même à l'abri de l'air (1).

On peut d'ailleurs prouver directement que l'acide nitreux est un produit d'élaboration des cellules végétales. Il suffit pour cela de cultiver des plants de maïs dans une solution minérale exempte de nitrate, où l'aliment azoté est le sulfate ou le chlorure d'ammonium.

On constate alors que le liquide exsudé renferme de l'acide nitreux et pas de nitrates, bien entendu ; sa richesse en acide nitreux est comparable à celle des exsudats fournis par les plantes cultivées en présence de nitrates.

L'élimination de l'acide nitreux présente une relation étroite avec l'activité des cellules végétales.

Après une journée ensoleillée, les premières gouttes excrétées donnent, avec le réactif de Tromsdorff, une réaction faible ou nulle, même quand le liquide renferme des nitrates; le lendemain, au contraire, il est relativement riche en nitrites.

Si le ciel est couvert et le temps pluvieux, les fonctions végétales sont très ralenties et le liquide d'exsudation perle quelquefois toute la journée le long des bords des feuilles. Dans ces conditions, il est toujours riche en acide nitreux.

Si l'on transporte les plantes dans une chambre obscure afin de provoquer l'exhalation, le réactif iodamylique donne avec l'exsudat une réaction négative lorsque l'épreuve est faite entre 14 et 16 heures avec des plantes exposées jusque-là à un soleil ardent.

La réaction est toujours positive, au contraire, si l'expérience est faite par un temps couvert.

L'exsudat du matin renferme jusqu'à $\frac{1}{15000}$ d'acide nitreux dans les conditions favorables; mais il faut tenir compte de la concentration due à l'évaporation dans une véranda fermée où la température nocturne ne tombe pas au-dessous de 20° C.

Le liquide recueilli sur les plantes cultivées en pleine terre (chou, millet, pavot) donne une réaction plus faible, parce qu'il est dilué dans un peu de rosée.

3 ou 4 gouttes d'exsudat riche, introduites dans 5^{cm^3} d'eau distillée additionnée de 4 ou 5 gouttes de réactif de Griess, donnent une coloration rose très nette, caractéristique de l'acide nitreux, et cela avec l'exsudat fourni par des pieds de maïs cultivés en solution ammoniacale.

(1) P. Mazé, *Annales de l'Institut Pasteur*, 1911, p. 381.

L'acide nitreux existe donc normalement dans la sève des végétaux, il est élaboré par les cellules vivantes, il ne dérive pas des nitrates par voie de réduction, et sa concentration est en raison inverse de l'activité végétale.

Ce sont les mêmes conclusions, exactement, que j'ai déduites des recherches que j'ai faites sur le même composé chez les microbes et les animaux (1). Si l'on veut bien considérer la puissance du pouvoir oxydant de l'acide nitreux en milieu acide et la place qu'il tient dans la chimie des matières azotées, on a le droit de supposer que son rôle dans les combustions qui s'effectuent dans la cellule vivante ne doit pas être négligeable.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur un nouveau groupe naturel de plantes à acide cyanhydrique, les* Calycanthacées. Note de M. **Marcel Mirande**, présentée par M. Guignard.

La petite famille des Calycanthacées, voisine des Magnoliacées et des Anonacées dans l'ordre des Ranales, comprend les deux genres *Calycanthus* L. et *Chimonanthus* Lindl. Le premier de ces genres est représenté par trois espèces qui croissent dans l'Amérique boréale, le second par deux espèces appartenant à la Chine et au Japon. Le *Calycanthus floridus* L., l'« arbre aux anémones », le *Chimonanthus fragrans* Lindl. sont des arbrisseaux rustiques bien connus, introduits en Europe depuis de longues années, comme plantes ornementales dans les parcs et les jardins; ces espèces ont donné plusieurs variétés.

La formation de substances du type cyanhydrine chez les végétaux a une signification encore obscure et très controversée, mais il semble, à certains indices, qu'elle joue un rôle considérable dans la synthèse de la matière vivante. Le problème de la cyanogenèse a donc une grande importance au double point de vue botanique et chimique. La résolution de ce problème complexe dépend de la résolution d'un grand nombre de problèmes de détail; en particulier, il est utile de rechercher les plantes qui contiennent de l'acide cyanhydrique. Je crois donc intéressant de signaler la famille des Calycanthacées comme un nouveau groupe naturel de plantes à acide cyanhydrique.

J'ai constaté la présence de cette substance dans les deux genres *Calycanthus* et *Chimonanthus*, par le procédé récent de l'anesthésie (2), par le

(1) *Comptes rendus*, 1911, t. **152**, p. 1624 et t. **153**, p. 357.

(2) Mirande, *Comptes rendus*, 12 juillet 1909.

procédé de la macération des organes végétaux suivie de leur distillation et par l'analyse et le dosage de l'acide cyanhydrique dans le distillat. Le distillat présente toutes les réactions caractéristiques de l'acide cyanhydrique, notamment la réaction fondamentale du bleu de Prusse. Les dosages ont été effectués par les méthodes comparées de Liebig et de Fordos et Gélis.

Je n'ai étudié que les feuilles et j'ai dosé leur acide cyanhydrique pendant la première moitié du mois de septembre. Il est probable que la teneur en acide doit varier suivant les sujets, suivant leur âge, et au cours de la végétation annuelle, comme on l'a constaté pour de nombreuses plantes à acide cyanhydrique.

Voici les quantités, en grammes et pour 100 de feuilles fraîches, trouvées dans les quatre espèces que j'ai étudiées :

Calycanthus floridus L.	0,004
Calycanthus lævigata Willd.	0,004
Calycanthus occidentalis Hook.	0,016
Chimonanthus fragrans Lindl.	0,019

L'acide cyanhydrique n'est pas à l'état libre dans la plante, mais il est un des produits de dédoublement d'une substance cyanique sous l'influence d'une enzyme également contenue dans la plante. L'acide cyanhydrique se dégage quand on provoque la mort plasmolytique de la cellule et le mélange des contenus cellulaires par le moyen de l'anesthésie ou par le moyen de la macération des organes frais rapidement hachés et contusés.

MÉDECINE. — *Sur l'action du vaccin antityphoïdique polyvalent, chez les personnes en état d'infection latente par le bacille d'Eberth.* Note de M. **H. Vincent**, présentée par M. A. Laveran.

Dans la pratique de la vaccination antityphoïdique en période épidémique, il est une circonstance qui se présente assez souvent et mérite l'attention. Elle est relative aux cas où le sujet, étant en incubation de fièvre typhoïde, et n'offrant, d'ailleurs, aucun signe apparent de cette infection encore latente, a pu recevoir, pour cette raison, une ou plusieurs inoculations de typho-vaccin.

Deux cas peuvent se présenter suivant que l'infection éberthienne est tout à fait récente ou qu'elle est plus tardive au moment où interviennent les premières inoculations de vaccin.

I. Dans une Note précédente ([1]) j'ai signalé que, sur cinq sujets réceptifs, ayant avalé des quantités véritablement énormes de bacilles typhiques vivants, l'un d'eux était déjà immunisé par une vaccination antérieure. Mais les quatre autres ont reçu leur première injection d'antigène seulement le lendemain et même le surlendemain de l'accident. Or, tous ont également échappé à la fièvre typhoïde.

On peut donc conclure : 1° que l'immunité active déterminée par l'antigène est très précoce; l'inoculation sous-cutanée du typho-vaccin polyvalent détermine, en effet, dans le sang, la formation d'anticorps bactériolytiques et bactéricides dès le quatrième jour (parfois le troisième) qui suit cette injection ;

2° Que l'injection de ce vaccin ne provoque en rien, chez les personnes en puissance de bacille d'Eberth, l'éclosion de ce que A.-E. Wright a appelé la *phase négative*, c'est-à-dire une prédisposition à l'aggravation de l'infection typhoïdique ;

3° Que lorsque la typho-vaccination est assez rapprochée de la date d'infection, cette infection peut être neutralisée avant que le microbe pathogène ait eu le temps de se multiplier.

Au point de vue pratique, *l'immunisation active à l'aide du vaccin polyvalent, opérée en temps d'épidémie, donne, par conséquent, la possibilité de protéger même les personnes déjà infectées 24 heures ou 48 heures auparavant, par le bacille d'Eberth.*

II. Si l'infection spécifique est plus ancienne, le bacille a eu le temps de pulluler et d'envahir le sang pendant la phase silencieuse d'incubation. En pareille occurrence, l'inoculation de typho-vaccin arrive évidemment trop tard pour enrayer le processus infectieux.

Or il a été permis d'observer que, même dans cette circonstance, l'inoculation de l'antigène a eu pour conséquence une protection appréciable du sujet. Une ou deux injections ayant été faites en temps d'épidémie (Maroc, Algérie, France), chez des personnes en incubation de fièvre typhoïde, alors qu'on ne pouvait présumer l'apparition prochaine de cette affection, celle-ci a, dans neuf cas observés jusqu'ici, affecté une évolution brève et bénigne. La durée de la fièvre n'a pas dépassé 12 à 14 jours; elle a été, parfois, de 5 à 8 jours. Les symptômes nerveux ont été faibles ou nuls. Il n'y a eu aucune complication viscérale.

([1]) H. Vincent, *Sur l'immunisation active de l'homme contre la fièvre typhoïde* (*Comptes rendus*, t. 155, 26 août 1912, p. 180).

Il résulte, en conséquence, de ce qui précède, que l'inoculation de typho-vaccin polyvalent chez les sujets en incubation de fièvre typhoïde n'évoque nullement une *phase négative*. Non seulement les injections vaccinantes n'aggravent pas la maladie, mais encore *elles peuvent exercer une action favorable sur son évolution et son pronostic*, en provoquant la formation nouvelle d'anticorps et un commencement d'immunité qui réduit la gravité et la durée de l'infection.

Le pouvoir immunigène du vaccin polyvalent stérilisé par l'éther s'est montré très actif chez les individus, adultes et enfants, au nombre de plus de 20000, à qui ce vaccin a été jusqu'ici inoculé. Aucun des vaccinés qui ont vécu au milieu d'épidémies très graves n'a contracté la fièvre typhoïde. L'immunité conférée par ce vaccin a donc été, jusqu'ici, *absolue* (¹).

Bien qu'il soit toujours préférable de faire les inoculations avant la période habituelle (estivo-automnale) d'apparition de la fièvre typhoïde, il résulte de ce qui précède que les vaccinations antityphiques, si efficaces, peuvent être pratiquées aussi au début ou au cours même des épidémies.

ANATOMIE MICROSCOPIQUE. — *Sur la présence des corpuscules de Herbst dans la glande uropygienne des Oiseaux*. Note de M. **Paul Paris**, présentée par M. Yves Delage.

Au cours de recherches physiologiques sur la glande uropygienne des Oiseaux, nous avons été surpris de son extrême sensibilité, le moindre attouchement de cet organe provoquant de la part de l'animal d'énergiques mouvements de défense. On pouvait donc y prévoir l'existence de terminaisons nerveuses tactiles, dont la présence nous a, en effet, été révélée par l'étude histologique de cette glande. Il s'agit des corpuscules de Herbst, et nous les avons rencontrés dans la glande uropygienne des Oiseaux les plus variés. Ce genre de terminaisons sensitives, propre, comme l'on sait, aux Oiseaux, est, d'ailleurs, extrêmement répandu chez beaucoup de ces animaux, principalement dans le bec et la langue. Rares sont ceux qui, comme les Passériformes, en sont complètement dépourvus. Or nous avons découvert des corpuscules de Herbst chez ces derniers, dans la glande de tous ceux que nous avons examinés. Les corpuscules se mon-

(¹) H. Vincent, *Académie de Médecine*, 8 octobre 1912, et *XIIIᵉ Congrès de Médecine*, 15 octobre 1912.

trent en quantité plus ou moins considérable suivant les espèces. De toutes celles que nous avons étudiées, c'est la Grue (*Grus grus*) qui nous en a présenté le plus grand nombre. Il existe aussi, à leur sujet, des variations individuelles. Un Moineau (*Passer domesticus*) en possédait beaucoup plus que tous les autres qui ont servi à nos recherches.

C'est presque uniquement dans le mamelon excréteur de la glande, mamelon plus ou moins en saillie au-dessus du tégument, que se localisent les corpuscules de Herbst, qu'il soit très charnu comme celui des Ansériformes, des Phœnicoptériformes, des Procellariformes, ou très mince et fibreux comme celui des Passériformes, des Psittaciformes, des Coraciiformes. Nous en avons, cependant, trouvé chez un *Passer domesticus*, dans l'épaisseur d'un septum transversal, à la base du réservoir collecteur de la sécrétion uropygienne, assez loin, par conséquent, dans la profondeur de la glande et en contact immédiat avec ses tubes sécrétoires. Chez *Netta rufina*, nous en avons vu occuper une situation analogue, dans un septum tendu verticalement sous l'un des conduits excréteurs de l'organe. Dans le Coucou (*Cuculus canorus*), il en existe sous la glande, dans son tissu conjonctif d'attache avec les follicules des rectrices médianes.

Quand le mamelon se garnit d'une couronne de plumules terminales, les corpuscules de Herbst sont la plupart du temps enfouis dans le tissu d'enveloppe des follicules de ces plumules. Ils se distribuent très irrégulièrement dans la masse des tissus, surtout chez *Cuculus canorus*, ou, alors que de grands espaces en restent dépourvus, on les rencontre par petits amas à la face inférieure du mamelon.

Ils ont une forme plus ou moins allongée suivant les espèces et tournent habituellement leur grand axe parallèlement à celui du mamelon excréteur. Leur grosseur varie beaucoup, non seulement d'une espèce à l'autre, mais dans une même glande. Il en est de très volumineux, et nous en avons mesuré qui dépassaient un demi-millimètre de longueur dans le mamelon excréteur du *Spheniscus demersus*.

On sait que la glande uropygienne des Oiseaux reçoit, de chaque côté, c'est-à-dire pour chaque demi-glande dont elle se compose, un nerf mixte, rameau d'origine médullaire, auquel s'est fusionné un petit filet d'origine sympathique. Les fibres à myéline qui viennent de la moelle sont en rapport avec les corpuscules de Herbst, les fibres sympathiques, qui accompagnent les vaisseaux dans la profondeur de la masse glandulaire, étant vaso-motrices.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Action des rayons ultraviolets sur le suc pancréatique. Leur influence sur l'activation du suc par la kinase et par les sels de calcium.* Note de MM. **C. Delezenne** et **M. Lisbonné**, présentée par M. Roux.

On sait que le suc pancréatique, rigoureusement inactif sur l'ovalbumine ou sur la gélatine, lorsqu'il est recueilli dans certaines conditions d'asepsie et de pureté, n'acquiert d'activité protéolytique que par adjonction soit d'une diastase, l'entérokinase (¹), soit de certains électrolytes, les sels de calcium (²).

Ces deux modes d'activation sont des phénomènes relevant de mécanismes différents, au moins en apparence, que certains artifices permettent de dissocier dans un même suc. C'est ainsi qu'après filtration au travers d'une paroi de collodion, le suc pancréatique a conservé la propriété de s'activer par l'entérokinase, tandis qu'il a perdu complètement celle de s'activer par les sels de chaux (³). Ce fait, joint à une série d'autres qui ont mis en évidence l'analogie du rôle de ces sels de chaux dans la coagulation du sang et dans l'activation du suc pancréatique (en particulier, l'influence de la nature physique de la paroi) (⁴) a amené l'un de nous à émettre l'hypothèse que dans le suc pancréatique normal existe, à côté du trypsinogène, une prokinase, inactive par elle-même sous cette forme, mais qui, sous l'influence des sels de chaux, se transformerait en kinase et dès lors déclencherait l'activité protéolytique de la trypsine.

(¹) C. Delezenne et A. Frouin, *Comptes rendus*, t. 134, 1902, p. 1526.

(²) C. Delezenne, *Comptes rendus*, t. 141, 1905, p. 781. — Certains sucs recueillis tout à fait purs, et rigoureusement inactifs à l'origine, finissent à la longue par s'autoactiver. Cette activation est due à la chaux apportée par le suc lui-même. Elle ne se produit plus dans un suc fluoré ou oxalaté.

(³) Ayrton Barbara a montré depuis que le suc, dépouillé de sa chaux par précipitation par l'oxalate d'ammoniaque, a perdu la faculté de s'activer par recalcification, alors qu'il possède encore celle de s'activer par l'entérokinase. Nous pouvons confirmer ce fait dont l'interprétation nous paraît plus simple que celle proposée par cet auteur. Il est vraisemblable que l'expérience s'explique par l'adsorption sur le précipité d'oxalate de chaux de la prokinase ou des granulations qui lui servent de substratum, et son entraînement consécutif soit par la filtration, soit par la centrifugation. A elle seule, d'ailleurs, la centrifugation peut déjà réduire, dans des proportions appréciables, l'activabilité par les sels de chaux. (Nous avons montré antérieurement qu'elle supprime complètement la faculté que possèdent certains sucs de s'activer par les sels de magnésium ou de baryum.) On comprend aisément cependant que la filtration au travers d'une membrane de collodion soit le procédé de choix pour obtenir un suc totalement inactivable par les sels de chaux.

(⁴) C. Delezenne, *Comptes rendus*, t. 114, 1907, p. 506.

L'emploi des rayons ultraviolets permet également de dissocier ces deux mécanismes d'activation avec la plus grande facilité.

Nos expériences ont été faites avec du suc pancréatique de chien obtenu par injection de sécrétine et reconnu rigoureusement inactif sur la gélatine avant l'irradiation.

La source lumineuse est constituée par une lampe à vapeur de mercure du type Westinghouse (3,5 ampères, 80 volts).

Les tubes de quartz contenant le suc sont placés à une distance d'environ $0^m,13$ à $0^m,15$ du foyer lumineux. Un dispositif très simple empêche leur température de s'élever au-dessus de 30°. Du suc irradié dans les mêmes conditions, mais dans des tubes de verre, sert de témoin, permettant ainsi d'éliminer toute action due à la lumière visible.

Nous avons prélevé méthodiquement de demi-heure en demi-heure, au cours de l'irradiation, des échantillons de suc que nous avons mis en présence de kinase et de $CaCl^2$. Après les temps voulus de contact (30 minutes à 1 heure pour les sucs kinasés, 5 à 24 heures et plus pour les sucs calcifiés) nous en avons déterminé l'activité protéolytique vis-à-vis soit de cubes d'albumine, soit de gélatine liquide.

Nous avons constaté que *les sucs irradiés pendant un temps compris entre* $2^h 15^m$ (pour les sucs liquides) *et* $3^h 15^m$ (pour les sucs visqueux) *ont complètement perdu la propriété de s'activer par les sels de chaux*, tandis qu'ils sont encore activables au plus haut degré par la kinase. Des cubes d'albumine ont pu, dans certaines expériences, rester au contact du suc irradié et calcifié pendant plus de 10 jours à 40° sans subir le moindre commencement de digestion, tandis que dans les tubes témoins (suc irradié kinasé et suc irradié en tube de verre et calcifié) la digestion était complète en 20-22 heures.

Nous avons cherché à déterminer concurremment le degré de destruction du trypsinogène par les rayons ultraviolets dans ce même laps de temps. En utilisant la méthode de Mett, nous avons vu qu'au moment où le suc devient définitivement inactivable par les sels de chaux, l'activité tryptique n'a perdu qu'un tiers au maximum de sa valeur primitive.

Il nous a paru utile d'apprécier la résistance à ces radiations des différentes diastases du suc pancréatique.

Nos expériences nous ont montré qu'au moment où le suc devient inactivable par le calcium, *il est dépourvu de toute propriété lipasique* (mesurée par la méthode de Städe). Ce qui revient à dire que *la lipase et la prokinase sont détruites par les rayons ultraviolets d'une façon exactement parallèle.*

Le *trypsinogène*, plus résistant, ne disparaît pour ces mêmes sucs qu'après un minimum de 4 heures d'irradiation.

Quant à l'*amylase*, c'est, de ces diastases, celle qui présente le moins de sensibilité aux rayons ultraviolets. Au moment de la disparition de la prokinase et de la lipase, elle n'a perdu que $\frac{1}{5}$ de sa valeur première; encore présente, quoique atteinte dans les $\frac{4}{5}$ de son intégrité normale, quand le trypsinogène est irrémédiablement détruit, elle n'est totalement déficiente qu'après une moyenne de 5 heures d'irradiation.

L'ensemble de ces faits nous a paru présenter un double intérêt théorique et pratique.

Au point de vue doctrinal, ils viennent à l'appui de l'hypothèse de Delezenne concernant le mécanisme de l'activation du suc par les sels de chaux. Ils montrent effectivement que la substance sur laquelle le calcium exerce son activité, substance retenue par la membrane de collodion, se comporte vis-à-vis des radiations ultraviolettes à l'instar de toutes les diastases et peut être considérée comme une véritable prokinase que les sels de chaux transforment en kinase, de la même manière que dans le processus de la coagulation du sang, ils transforment le profibriniferment en fibriniferment.

En outre, ces expériences, en attirant l'attention sur le parallélisme étroit de la disparition de la lipase et de la prokinase, suggèrent l'idée qu'il y a peut-être dans ce parallélisme plus qu'une simple coïncidence et peuvent par là orienter l'expérimentation dans une direction nouvelle.

Au point de vue pratique, l'exposition du suc pancréatique aux rayons ultraviolets réalise un procédé facile et certain de sa conservation à l'état d'inactivité. On sait que, très souvent, les sucs de sécrétine finissent par s'autoactiver, soit par suite de leur richesse anormale en chaux, soit par suite de l'envahissement microbien [1]. En détruisant irrémédiablement, d'une part, la prokinase; en la stérilisant d'autre part, d'une façon absolue, ces radiations rendent le phénomène impossible.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur le rôle antiseptique du sel marin et du sucre.* Note de M. L. Lindet, présentée par M. Th. Schlœsing père.

Il est facile de concevoir comment certains corps qui sont pour nous des poisons, comme les composés de l'arsenic et du mercure, peuvent arrêter

[1] C. Delezenne, *C. R. Soc. Biol.*, 1902, p. 930.

le développement des microbes; mais l'action du sel marin et du sucre, dont nous faisons un usage journalier, me semble ne pas avoir été suffisamment envisagée.

Elle s'explique cependant par la facilité avec laquelle les microbes se plasmolysent; ils cèdent à une solution concentrée de sel ou de sucre une partie de leurs éléments constitutifs, s'affaiblissent et ne présentent plus la même capacité de reproduction.

J'ai voulu rechercher dans quelle mesure le composition des microbes est capable de se modifier sous l'influence de solutions sucrées ou salines, de concentration variable, et j'ai choisi celui des microbes qu'il est le plus facile de se procurer en masse, la levure de distillerie; celle-ci provenait de la distillerie Springer, à Maisons-Alfort (Seine). Dans le but de mesurer la sensibilité du phénomène, je n'ai laissé la levure en contact de la solution que pendant 24 heures, et j'ai dosé l'azote, l'acide phosphorique et la potasse dans les liquides filtrés. J'ai rapporté les chiffres obtenus à la quantité de matières que la levure contenait primitivement.

	Pour 100 des éléments contenus dans la levure.		
	Azote.	Acide phosphorique.	Potasse (KO^2).
Témoin eau pure...............	1,89	2,28	73,3
Solution de sel à 2 pour 100.....	1,99	5,28	75,4
Solution de sel à 4 pour 100.....	2,19	6,40	77,8
Solution de sel à 8 pour 100.....	2,65	7,08	82,1
Témoin eau pure...............	1,89	1,78	73,3
Solution de sucre à 20 pour 100..	»	5,33	92,6
Solution de sucre à 40 pour 100..	»	»	93,8
Solution de sucre à 80 pour 100..	11,13	11,38	96,8

Évidemment les quantités d'azote et d'acide phosphorique dont la cellule s'est appauvrie ne sont pas très considérables, surtout en présence de la solution de sel; mais il faut songer qu'elles représentent les matières les plus solubles de la cellule, celles que la cellule mettra en jeu dès les premiers moments de son évolution. La solubilité des composés potassiques au contraire leur confère un coefficient de diffusion considérable.

L'étude au microscope des levures ainsi soumises à l'action des solutions salines ou sucrées révèle avec netteté leur amaigrissement.

En présence de ces faits, il était intéressant de rechercher comment se reproduisent, sur bouillon de touraillons, gélatiné et sucré, des globules de

levure qui ont séjourné 48 heures au contact des mêmes solutions. J'ai appliqué, pour la numération des levures la technique que j'ai exposée dans un précédent travail (*Comptes rendus*, t. 150, 1910, p. 802), et j'ai rapporté le nombre des colonies comptées au milligramme de levure.

	Colonies par milligramme de levure.
Témoin	4514000
Solution de sel à 5 pour 100	4370000
Solution de sel à 10 pour 100	1733000
Solution de sel à 20 pour 100	600000
Solution de sucre à 20 pour 100	1525000

Il convient, en outre, de faire remarquer que les colonies de ces différentes levures ont apparu sur la gélatine avec un retard d'autant plus grand qu'elles avaient séjourné au contact de solutions plus concentrées. Une fois apparues, elles n'ont pas augmenté sensiblement en nombre du jour au lendemain; mais celles qui ont été formées au début ont grossi régulièrement, au fur et à mesure qu'elles retrouvaient dans le bouillon gélatiné les éléments qu'elles avaient perdus.

J'ai commencé des expériences analogues avec le ferment lactique et avec des champignons; mais ces expériences sont plus difficiles à réaliser, et je demande crédit pour quelque temps.

Je me réserve également de rechercher l'action de quelques autres antiseptiques, comme le formol, sous l'influence duquel la cellule se rétracte nettement et plasmolyse rapidement en présence de l'eau.

MICROBIOLOGIE. — *Fermentation du sucre par le* Bacillus subtilis. *Production du 2.3-butylèneglycol.* Note de M. **Lemoigne**, présentée par M. Roux.

L'étude du fonctionnement des lits percolateurs m'a amené à ranger le *B. subtilis*, le *B. mesentericus* et les microbes du même groupe parmi les agents les plus actifs de l'épuration des eaux d'égouts (¹). Leur pouvoir oxydant vis-à-vis des matières organiques est très grand et je cherche à en établir le mécanisme chimique. Je résumerai ici les résultats relatifs à la

(¹) Lemoigne, *Comptes rendus*, t. 152, 1911, p. 1873.

combustion du sucre par le *B. subtilis*. Je me suis surtout attaché à suivre les variations du quotient respiratoire.

Toutes les cultures ont été faites à 30°. Les méthodes d'analyse seront exposées dans un autre travail.

Expérience A. — Le *Bacillus subtilis* était cultivé dans 50^{cm^3} de bouillon minéral additionné de $0^g,25$ de peptone Chappoteaut et de 2^g de saccharose. Le volume des ballons était de 3^l.

Durée en jours.	Oxygène absorbé en cm³.	CO^2 dégagé en cm³.	Rapport $\frac{CO^2}{O^2}$.	Oxygène restant pour 100^{cm^3} d'atmosphère en cm³.	Acétylméthylcarbinol en grammes.
2	147,86	259,46	1,75	15,5	0,099
6	478,65	736,37	1,53	4,5	0,508
12	567,05	820,42	1,45	0	0,362

Expérience B. — Le *Bacillus subtilis* était cultivé dans 100^{cm^3} de bouillon de haricots additionné de 4^g de saccharose. Je faisais, dès le début, un vide partiel dans le ballon pour arrêter très tôt les phénomènes d'oxydation.

Durée en jours.	Oxygène absorbé en cm³.	CO^2 dégagé en cm³.	Rapport $\frac{CO^2}{O^2}$.	Oxygène restant.
4	72,06	159,28	2,21	0

Dès le début de la culture, même en présence d'oxygène, le rapport $\frac{CO^2}{O^2}$ est supérieur à l'unité. Il y a donc formation d'anhydride carbonique par un véritable processus de fermentation.

Comme, d'autre part, il y a plus d'oxygène dégagé sous forme de CO^2 qu'il n'y en a d'absorbé, on doit retrouver dans la culture un produit moins oxygéné que le glucose.

La distillation des cultures de *B. subtilis* en milieu sucré donne un liquide lévogyre fortement réducteur. Péré, qui avait observé le premier ce fait, l'attribuait à la présence de l'aldéhyde glycérique (1). Desmots par contre a montré qu'il est dû à l'acétylméthylcarbinol

$$CH^3-CH.OH-CO-CH^3$$

(pouvoir rotatoire gauche, osazone fondant à 243°, tétrazone fondant à 151°) (2). Récemment Harden et Morris ont confirmé le travail de Desmots (3) que j'avais de mon côté vérifié à de nombreuses reprises.

(1) Péré, *Annales de l'Institut Pasteur*, 1896, t. X, p. 417.
(2) Desmots, *Comptes rendus*, t. 138, 1904, p. 581.
(3) Harden et Norris, *Proceedings of the Royal Society*, 1912, B, avril.

La formation de ce corps permet de comprendre *a priori* la valeur trouvée pour le rapport $\frac{CO^2}{O^2}$, ainsi que l'indique l'équation suivante :

$$(1) \qquad C^6H^{12}O^6 + 2O = C^4H^8O^2 + 2CO^2 + 2H^2O; \qquad \frac{CO^2}{O^2} = 2.$$

Mais si dans le cas de l'expérience A dans l'essai fait le deuxième jour, on retranche, de l'oxygène absorbé et de l'acide carbonique dégagé, les quantités de ces gaz dues à la formation de l'acétylméthylcarbinol d'après l'équation (1), on trouve qu'il reste encore 210^{cm^3} d'acide carbonique et 123^{cm^3} d'oxygène. Le rapport $\frac{210}{123} = 1,70$ est supérieur à l'unité. Il y a donc encore autre chose qu'une simple combustion qui donnerait un rapport égal à l'unité, et un produit moins oxygéné que le glucose, autre que l'acétylméthylcarbinol, doit se former également.

D'ailleurs le rapport $\frac{CO^2}{O^2}$ trouvé dans l'expérience B est supérieur à 2 et ne peut être expliqué par l'équation (1).

Desmots a signalé, dans les cultures du *B. subtilis*, la présence d'alcool éthylique sans toutefois indiquer la méthode de recherche. Si cet alcool existe dans les cultures ce n'est qu'à l'état de traces qui ne peuvent influer sensiblement sur la valeur du rapport $\frac{CO^2}{O^2}$.

La présence de l'acétylméthylcarbinol m'a fait prévoir celle du 2.3-butylèneglycol dont il dériverait par oxydation :

$$CH^3.CH.OH.CH.OH.CH^3 \rightarrow CH^3.CHOH.CO.CH^3.$$

Ce butylèneglycol a été observé par Harden et Walpole dans les produits de la fermentation du sucre par le *lactis aerogenes* en vie anaérobie [1].

En fait, après avoir chassé tout l'acétylméthylcarbinol par distillations successives, j'ai obtenu un liquide non réducteur qui, oxydé par le brome au bain-marie à 100°, m'a donné un produit très réducteur que j'ai identifié au biacétyle $CH^3.CO - CO - CH^3$ par l'étude de sa phénylosazone. Le produit primitif qui a été oxydé était donc bien le butylèneglycol.

La combustion du sucre en vie aérobie par le *B. subtilis* comprend donc deux phases :

---

(1) Harden et Walpole, *Proceedings of the Royal Society*, 1906, B, t. LXXVII, p. 399.

1° Une fermentation qui aboutit à la formation du 2.3-butylèneglycol;

2° Une oxydation par laquelle le butylèneglycol est transformé en acétylméthylcarbinol qui, à son tour, est détruit par le microbe.

Les produits transitoires de cette combustion du sucre offrent un grand intérêt théorique. S'agit-il d'un type de fermentation spéciale ou au contraire ces substances dérivent-elles de la fermentation lactique ou de la fermentation alcoolique? Je compte être bientôt en mesure de pouvoir apporter une réponse à cette question.

GÉOLOGIE. — *Sur des empreintes (Méduses, Algues) recueillies dans le Carbonifère des environs de Suez.* Note de MM. **Couyat** et **Fritel**, présentée par M. A. Lacroix,

Dans une Note précédente ([1]) nous avons étudié une importante flore fossile du grès nubien d'Assouan nous permettant d'attribuer au Crétacé supérieur (aturien), l'âge de cette formation peu connue. C'est surtout au nord du Sinaï et au Ouadi Arabba que ce grès offre le plus d'intérêt car dans ces deux régions il repose sur des roches éruptives antérieures à son dépôt et s'étend jusqu'au calcaire cénomanien. Sa partie inférieure y est nettement carbonifère, un banc de calcaire westphalien à *Orthis Michelini* la sépare du *grès de Nubie* proprement dit; on voit donc celui-ci s'étendre en transgression en s'avançant vers le Sud.

Les recherches poursuivies par l'un de nous, dans le voisinage du canal de Suez, l'amenèrent à étudier ces deux régions qui sont le point de départ des roches sédimentaires, à l'effondrement desquelles est due la dépression correspondant à l'isthme de Suez.

Des empreintes curieuses y ont été recueillies : ce sont des moules d'un relief parfois très accentué, dus au remplissage de traces imprimées sur un fond marin sableux par des organismes mous.

On peut les ramener aux types suivants :

1. Fuseaux rectilignes ou légèrement courbés, simples ou bifurqués à leur extrémité, parfois flabelliformes ou tordus longitudinalement; leur taille atteint 10^{cm} de long. Ils sont généralement disposés par groupes;

([1]) *Comptes rendus*, t. 151, 1910, p. 961-964.

2. Traces plus courtes, plus fines, très nombreuses, disposées en groupes serrés, rappelant dans leur ensemble un filament pelotonné;

3. Étoile irrégulière à cinq rayons inégaux, circonscrite par un bourrelet circulaire;

4. Mamelons profondément lobés à leur périphérie;

5. Sillons étroits allongés et sinueux, isolés ou groupés parallèlement;

6. Bourrelets épais rectilignes ou incurvés à leur extrémité, uniformes ou en torsade grossière;

7. Lentilles isolées ou disposées en chapelets, parfois en amas irréguliers;

8. Rubans plus ou moins sinueux.

Ces empreintes proviennent du Carbonifère qui affleure au nord du Sinaï, elles sont localisées dans un grès schisteux situé au-dessous du banc calcaire violacé contenant les fossiles westphaliens suivants: *Productus scabriculus* (?), *Orthis Michelini*, *Spirifer convolutus*, sp. *striatus*, sp. *trigonalis*, des Polypiers appartenant aux genres *Zaphrentis*, *Stenopora*, etc., etc. (¹).

Leur gisement est situé sur les flancs de la montagne d'Oum Bogma, le long du sentier qui conduit du Ouadi Baba à la mine de manganèse pyrolusite, et non loin de celle-ci, au milieu d'un grès argileux noir verdâtre qui se délite en plaquettes grossières.

Des traces semblables ont été signalées à différents niveaux géologiques, notamment dans le Cambrien de l'Europe et du nord de l'Amérique. Elles ont attiré l'attention de divers auteurs qui ont tenté d'en rechercher l'origine.

Nous nous reporterons, pour l'étude des nôtres, aux travaux de Saporta (²), Nathorst (³), Walcott (⁴), qui nous intéressent plus particulièrement. Ceux de Nathorst, basés sur des essais expérimentaux, nous paraissent le mieux expliquer la formation de ces empreintes. Nous retrouvons dans leurs Mémoires la plupart des types précédemment énumérés. C'est ainsi que le type 4 correspond au genre *Laotira* de Walcott, alors que la plupart des autres types se rapportent à des traces d'Algues et de Méduses (*Eophyton*, Torrell) ou à des empreintes d'Annélides semblables à celles que figure Nathorst au cours de son Mémoire (*Pl. V*, *VI*, *VIII*, *IX*, *X*).

(¹) Voir Baron, *Western Sinaï*, Cairo, 1907, p. 154-171.

(²) de Saporta, *Algues fossiles*, 1882; *Organismes problématiques*, 1884.

(³) Nathorst, *Konglia Svenska Vetensk. Akad. Handl. Stockholm*, t. XVIII, n° 7, 1881, p. 4-104, avec traduction française.

(⁴) Walcott, *Fossil Medusæ* in *Monogr. U. S. Geol. Survey*, t. XXX, 1898. (Voir ce Mémoire pour la bibliographie de la question.)

HYDROLOGIE. — *Dissolution de la silice dans les eaux souterraines.* Note de M. F. **Dienert**, présentée par M. Müntz.

On sait que, quand on remplit d'eau des allonges contenant plusieurs kilos de sable de Loire, par exemple, et renfermant chacune une atmosphère plus ou moins riche en acide carbonique, on constate une dissolution de carbonate alcalino-terreux et de la silice par l'eau introduite.

Il existe une relation entre l'augmentation de l'alcalinité et celle de la silice dissoute.

L'expérience montre en effet que ces deux phénomènes sont reliés entre eux par une formule logarithmique.

En désignant par x l'augmentation de l'alcalinité de l'eau exprimée en chaux, par y l'augmentation de silice dissoute (exprimée en chaux également), la formule $x - y = \mathrm{K}y$ synthétise les résultats trouvés.

Pour les sables de Loire, $\log \mathrm{K} = 0,063$.

Augmentation de l'alcalinité trouvée (en mg de chaux par litre).	Augmentation de la silice (exprimée en mg de chaux par litre).	
	Trouvée.	Calculée.
35	18	19
135	30,5	32
235	35,4	36,5
285	38,2	38,0
578	46,6	43,2

En l'absence de gaz carbonique, toute eau naturelle calcaire, versée dans l'allonge contenant le sable, perd son gaz carbonique et une partie de son alcalinité. L'expérience apprend que cette perte d'alcalinité n'est pas accompagnée d'une diminution de silice.

On peut utiliser cette loi relative à la dissolution de la silice, en s'aidant en outre des autres éléments de l'eau obtenus par l'analyse chimique, pour rechercher l'origine des eaux souterraines circulant à travers les alluvions.

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

Ph. v. T.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 14 octobre 1912.

Observatoire central de l'Indo-Chine. *Cartes du temps, à l'usage des navigateurs en mer de Chine*, par G. Le Cadet, Directeur de l'Observatoire. Phu-Lien, 1912; 1 fasc. in-f°.

L'activité de l'Institut international d'Agriculture en matière de coopération d'assurance et de crédit agricoles. Rome, 1912; 1 fasc. in-8°.

Institut international d'Agriculture. Bulletin des renseignements agricoles et des maladies des plantes; année III, n° 10, octobre 1912. Rome; 1 vol. in-8°.

Bibliothèque de l'Observatoire royal de Belgique, à Uccle. Catalogue alphabétique des livres, brochures et cartes, préparé et mis en ordre par A. Collard; fasc. III. Bruxelles, Hayez, 1912; 1 vol. in-8°.

Luftdruck und Sonnenflecken, von Ernst Leyst. Moscou, 1912; 1 fasc. in-8°.

Meridian-Beobachtungen von Sternen in der Zone 65°-70° *nördlicher Declination*, von H. Geelmuyden und J.-Fr. Schroeter; II : *Katalog für das Æquinoctium* 1900,0. Christiania, A.-W. Brögger, 1912; 1 fasc. in-4°.

Memorie del R. Osservatorio astronomico al Collegio romano, pubblicate per cura di E. Millosevich; série III, t. V, parte II ed ultima. Rome, 1912; 1 vol. in-4°.

Memorie della Reale Accademia di Scienze, Lettere ed Arti in Modena; série III, t. X, parte I. Modène, 1912; 1 vol. in-4°.

Rendiconti del Circolo matematico di Palermo, Direttore : G.-B. Guccia; fasc. I, II, luglio-ottobre. Palerme; 2 fasc. in-8°.

Acta et Commentationes Imp. Universitatis Jurievensis (olim Dorpatensis); 1911, n°s 1-12. Juriev, 1911; 12 fasc. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 23 septembre 1912.)

Note de MM. *F. Briner* et *E.-L. Durand*, Conditions de formation des acides nitreux et nitrique à partir des oxydes d'azote et de l'eau; application de la loi d'action des masses :

Page 585, ligne 9, *au lieu de* SO^3, *lire* SO^2.

(Séance du 14 octobre 1912.)

Note de MM. *André Meyer et Georges Schaeffer*, Composition chimique du sang et hémolyse :

Page 731, ligne 5, *au lieu de* qui est l'inverse de la teneur, *lire* qui est proportionnel à la teneur.

On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis 1835 les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deu Tables, l'une par ordre alphabétique des matières, l'autre par ordre alphabétique des noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annue et part du 1er Janvier.

Prix de l'abonnement :

Paris : **30** fr. — Départements : **40** fr. — Union postale : **44** fr.

On souscrit dans les départements,

	chez Messieurs :
Agen	Ferran frères.
Alger	Chaix. Jourdan. Ruff.
Amiens	Courtin-Hecquet.
Angers	Grassin. Siraudeau.
Bayonne	Jérôme.
Besançon	Marion.
Bordeaux	Feret. Laurens. Muller (G.).
Bourges	Renaud.
Brest	Derrien. Grandmontagne. F. Robert. Uzel frères.
Caen	Jouan.
Chambéry	Dardel.
Cherbourg	Henry. Marguerie.
Clermont-Ferr.	Delaunay. Girard-Guillochin.
Dijon	Ratel. Rey. Venot.
Douai	Degez. Lauverjat.
Grenoble	Rey et Cie.
La Rochelle	Foucher.
Le Havre	Dombre. Flammarion.
Lille	Giard. Janny. Tallandier.
Lorient	Baumal. Gosse.
Lyon	Duplat. Georg. Maloine. Phily.
Marseille	Ruat.
Montpellier	Valat. Coulet.
Moulins	Martial Place.
Nancy	Barbé. Berger. Wagner et Lambert.
Nantes	Veloppé.
Nice	Barma.
Nîmes	Lavagne-Peyrot.
Orléans	Loddé.
Poitiers	Blanchier. Lévrier.
Reims	L. Michaud.
Rennes	Plihon et Hommais.
Rochefort	Ripé.
Rouen	Langlois. Lestringant.
St-Étienne	Chevalier.
Toulon	Alté. Figard.
Toulouse	Gimet. Privat.
Tours	Boisselier. Péricat.
Valenciennes	Giard. Lemaître.

On souscrit à l'étranger.

	chez Messieurs :
Amsterdam	Feikema Caarelsen et Cie.
Athènes	Eleftheroudakis.
Barcelone	Piaget. Verdaguer.
Berlin	Asher et Cie. Friedlander et fils. Mayer et Müller.
Berne	Francke.
Bologne	Zanichelli.
Bruxelles	Lamertin. Lebègue et Cie. Ramlot.
Bucarest	Alcalay. Socec et Ce.
Budapest	Kilian.
Cambridge	Deighton, Bell et Ce.
Christiania	Cammermeyer.
Constantinople	Otto Keil.
Copenhague	Höst et fils.
Florence	Seeber.
Gand	Herckenrath.
Gênes	Beuf.
Genève	Burckhardt. Georg.
La Haye	Belinfante frères.
Lausanne	Payot et Cie. Rouge. Sack.
Leipzig	Brockhaus. Fock. Twietmeyer. Voss.
Liège	Gnusé. Nierstrasz.
Londres	Dulau. Hachette et Cie. Nutt.
Luxembourg	V. Bück.
Madrid	Dossat. F. Fé. Romo. Ruiz et Cie.
Milan	Bocca frères. Hœpli.
Moscou	Tastevin.
Naples	Marghieri di Giu Pellerano.
New-York	Dyrsen et Pfeiffer Lemcke et Buechne Stechert.
Odessa	Rousseau.
Oxford	Parker et Cie.
Palerme	Reber.
Porto	Magalhaes et Mon.
Prague	Rivnac.
Rio-Janeiro	Alvès. Briguiet. Garnier.
Rome	Bocca frères. Loescher et Cie.
Rotterdam	Kramers et fils.
Stockholm	Nordiska Boghandel
St-Pétersbourg	Wolff. Zinserling.
Turin	Bocca frères. Brero. Rosenberg et Sellier
Varsovie	Gebethner et Wolff
Vérone	Drucker.
Vienne	Frick. Gerold et Cie.
Zurich	Rascher.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tomes **1** à **31**. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix ..... **25 fr.**
Tomes **32** à **61**. — (1er Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix ..... **25 fr.**
Tomes **62** à **91**. — (1er Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix ..... **25 fr.**
Tomes **92** à **121**. — (1er Janvier 1881 à 31 Décembre 1895.) Volume in-4°; 1900. Prix ..... **25 fr.**

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I. — Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. DERBES et A.-J.-J. SOLIER. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent les Comètes, par M. HANSEN. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. CLAUDE BERNARD. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856 ..... 25 fr.

Tome II. — Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. VAN BENEDEN. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Etudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur BRONN. In-4°, avec 7 planches; 1861... 25 fr.

A la même Librairie les **Mémoires** de l'Académie des Sciences, et les **Mémoires** présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences.

N° 17.

TABLE DES ARTICLES (Séance du 21 Octobre 1912).

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CORRESPONDANCE.

50192 PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS, Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : Gauthier-Villars

1912

DEUXIÈME SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

METEOROLOGISKA OBSERVATORIUM
13 NOV. 1912
UPSALA

TOME 155.

N° 18 (28 Octobre 1912).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1912

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Toute Note manuscrite d'un Membre de l'Académie ou d'une personne étrangère ne pourra paraître dans le *Compte rendu* de la semaine que si elle a été remise le jour même de la séance.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Les *Comptes rendus* ne reproduisent pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin ; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* ne contiennent ni planches, ni figures.

Dans le cas exceptionnel où des figures seraient autorisées, l'espace occupé par ces figures comptera pour l'étendue réglementaire.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 28 OCTOBRE 1912.

PRÉSIDENCE DE M. LIPPMANN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie que le Tome 153 des *Comptes rendus* (1911, 2e semestre) est en distribution au Secrétariat.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Acide dilactylique racémique et acide dilactylique inactif*. Note de M. E. **Jungfleisch**.

Dans un travail sur l'acide dilactylique, que j'ai publié antérieurement en collaboration avec M. Godchot (*Comptes rendus*, t. 144, p. 979, et t. 145, p. 70), nous avons constaté que cet acide, tel qu'il résulte de l'union de 2^{mol} d'acide lactique-$(d+l)$, par formation d'un éther oxyde, fournit, par transformation en sel de brucine, les sels d'un acide lévogyre et d'un acide dextrogyre. Cette expérience préalable indiquait la prédominance dans le produit de l'acide dilactylique-$(d+l)$, c'est-à-dire de l'une des deux formes inactives, acide-$(d+l)$ et acide-i, dont la théorie fait prévoir l'existence.

Poursuivant un ensemble de recherches pour lesquelles les acides dilactyliques me paraissent constituer des matières premières avantageuses, je me suis proposé d'isoler dans le produit primitif l'acide dilactylique-$(d+l)$ et l'acide dilactylique-i qui doivent y coexister.

Une étude rapide des dilactylates métalliques, formés par le mélange initial, m'a permis de reconnaître que le produit contient bien les deux acides. Elle a conduit, en outre, à constater que les propriétés des sels magnésiens de l'acide dilactylique-$(d+l)$ d'une part, et de l'acide dilactylique-i d'autre part, permettent d'effectuer la séparation des deux isomères.

La présente Note a pour objet d'exposer les circonstances de cette séparation et de faire connaître les acides qu'elle a permis d'isoler.

I. L'acide dilactylique brut, provenant de la réaction du propionate d'éthyle α-halogéné sur le lactate d'éthyle sodé (*Comptes rendus*, t. 144, p. 979), est dissous dans l'eau et neutralisé exactement par le carbonate de magnésium ou l'hydroxyde de magnésium. La liqueur filtrée est concentrée par évaporation au bain-marie.

Le dilactylate inactif de magnésium, étant beaucoup moins soluble dans l'eau chaude ou froide que le dilactylate racémique, se dépose d'abord en petits cristaux grenus, alors que la solution est encore assez diluée. On le sépare de temps en temps par décantation et l'on continue l'évaporation. Lorsque la solution a atteint une certaine concentration, sans cependant attendre qu'elle soit devenue sirupeuse, après l'avoir décantée une dernière fois, on la laisse refroidir. Elle ne tarde pas à déposer, en même temps que quelques cristaux de sel inactif, de gros prismes volumineux de dilactylate racémique. On décante la liqueur qui, après plusieurs concentrations, donne un mélange des deux sels. Pour séparer ces derniers, on traite la masse par l'eau froide, qui dissout abondamment le sel racémique et, en beaucoup moindre proportion, le sel inactif. Après évaporation de la solution ainsi obtenue, on récolte, par refroidissement, d'abord du dilactylate racémique de magnésium en très gros cristaux. Les eaux mères, plus concentrées, donnent un mélange des deux isomères qu'on peut séparer comme il vient d'être dit, par le traitement à l'eau froide.

On termine la purification de chacun des deux sels par plusieurs cristallisations dans l'eau.

La réaction synthétique produit les deux isomères en quantités très inégales. On recueille, en effet, de 3 à 4 fois plus de sel magnésien-$(d+l)$ que de sel magnésien-i.

II. Le *dilactylate racémique de magnésium*, $C^6H^8O^5Mg + 6H^2O$, constitue des prismes très nets et souvent très volumineux, dont M. Wyrouboff a eu la complaisance de déterminer les données cristallographiques.

« Clinorhombique. Faces observées : $h^1(100)$, $g^1(010)$, $m(110)$, $e^1(011)$ et $x(1\bar{2}1)$.

0,63510 : 1 : 0,48485 ; $\gamma = 94°40'$.

Angles.	Calculés.	Mesurés.
$mm(1\bar{1}0.110)$	»	*115°20′
$e^1e^1(0\bar{1}1.011)$	»	*128°24′
$e^1h^1(011.100)$	»	*94°12′
$e^1m(011.110)$	107° 8′	107°
$xx(\bar{1}\bar{2}1.\bar{1}21)$	102°40′	102°40′
$xe^1(\bar{1}21.011)$	144°50′	145°

Plan des axes optiques parallèle au plan de symétrie. Bissectrice aiguë négative, faisant un angle de 30° avec l'axe vertical dans ph^1 aigu. Biréfringence très forte. Dispersion inappréciable. $2\varepsilon = 102°$. »

Le sel cristallisé a donné à l'analyse : 37,13 et 36,93 d'eau de cristallisation pour 100, la théorie étant 36,95. Desséché, il a donné 12,92 et 13,36 de magnésium pour 100, la théorie étant 13,04.

A la température ordinaire, 100 parties d'eau dissolvent 7 à 8 parties de sel (sec). La solubilité est très grande à chaud.

III. *Le dilactylate inactif de magnésium*, $C^6H^8O^5Mg + 3H^2O$, forme, par refroidissement de sa solution concentrée et bouillante, de petits cristaux très nets et très réfringents, dont la forme et les propriétés optiques ont été déterminées par M. Wyrouboff.

« Clinorhombique. Faces observées : $p(001)$, $m(110)$, $e^1(011)$. Cette dernière forme ne présente jamais que deux faces parallèles.

0,6176 : 1 : 1,9916 ; $\gamma = 91°10'$.

Angles.	Calculés.	Mesurés.
$mm(1\bar{1}0.110)$	»	*116°36′
$mp(110.001)$	»	* 91°
$e^1p(011.001)$	»	*116°40′
$e^1m(011,110)$	118°30′	118°30′

Plan des axes optiques parallèles à $g^1(010)$. Bissectrice aiguë positive, peu inclinée sur la normale à $p(001)$. Biréfringence moyenne. Dispersion très forte avec $\rho < \nu$; $2\varepsilon = 79°$ environ. »

Le sel cristallisé a fourni 22,281 et 22,204 d'eau pour 100, la théorie pour le sel à 3mol d'eau étant 22,688. Ce sel desséché contient 13,112 et 13,058 de magnésium pour 100, la théorie étant 13,04.

La solubilité du dilactylate-*i* de magnésium, dans l'eau froide, est faible : à 15°, 2,28 parties de sel (sec) se dissolvent dans 100 parties d'eau. Elle est notablement plus élevée à chaud, mais c'est seulement au voisinage de l'ébullition qu'elle devient un peu plus importante.

Les sels magnésiens, ainsi séparés, ont permis d'obtenir les deux acides à l'état de pureté. . . . .

IV. L'acide dilactylique racémique ou acide dilactylique-($d+l$), a été obtenu en soumettant le dilactylate racémique de magnésium au traitement suivant :

On décompose à froid 1^{mol} de sel cristallisé hydraté par 1^{mol} d'acide sulfurique, employée à l'état de dilution. On dissout, par exemple, 50^g de sel dans $19^g,434$ de SO^4H^2, pris sous forme de solution titrée normale, ou à peu près normale. Lorsque le sel est entièrement dissous, on concentre la solution par distillation dans le vide, à température peu élevée. Il arrive un moment où le liquide se sépare en deux couches : la plus dense est une solution sursaturée de sulfate de magnésium, la moins dense étant une solution sirupeuse d'acide dilactylique racémique. On laisse tomber dans le mélange un cristal de sulfate de magnésium hydraté, qui provoque la cristallisation de la solution saline. La cristallisation achevée, on décante la couche surnageante d'acide, puis on lave à plusieurs reprises le magma cristallin avec de l'éther lavé et sec. Les liqueurs éthérées sont ajoutées au liquide acide décanté; celui-ci se dissout, mais laisse déposer une faible proportion de sulfate de magnésium. On isole la solution éthérée, on la sèche sur le sulfate de sodium déshydraté, on la filtre et l'on distille l'éther; celui-ci laisse un liquide sirupeux qui se prend bientôt en une masse cristalline d'acide dilactylique racémique.

Il arrive parfois que le liquide contenant l'acide dilactylique cristallise en même temps que le sulfate de magnésium. Il faut alors ajouter assez d'éther au produit pour dissoudre tout l'acide, puis laver à l'éther le résidu salin.

Il est utile, avant de faire recristalliser le produit, de diluer fortement celui-ci avec de l'eau et de maintenir la solution, en ébullition prolongée ; des traces d'impuretés volatiles, qui gênent la cristallisation, disparaissent sous l'action de l'eau. La liqueur aqueuse, concentrée au bain-marie, fournit par refroidissement de grands cristaux tabulaires d'acide dilactylique racémique. Des concentrations successives de l'eau mère permettent d'isoler de nouvelles quantités de produit cristallisé. On purifie celui-ci par des cristallisations répétées dans l'eau.

L'acide dilactylique racémique se présente en grandes tables dont M. Wyrouboff a bien voulu déterminer les constantes cristallographiques.

« Orthorhombique. Faces observées : $p(001)$, $h^1(100)$, $g^1(010)$, $m(110)$, $e^1(011)$. Les cristaux sont aplatis suivant g^1 et plus ou moins allongés suivant l'axe vertical. Clivage facile suivant la base.

$$0,57735 : 1 : 1,2954.$$

Angles.	Calculés.	Mesurés.
$mm(1\bar{1}0.110)$..........	»	* 120°
$e^1p(011.001)$..........	»	* 127°40′
$e^1m(011.110)$..........	113°19′	113°14′

Plan des axes optiques parallèle à $g^1(010)$. Bissectrice aiguë négative, perpendiculaire à $p(001)$. $2\varepsilon = 65°$. Dispersion assez marquée avec $\rho < \nu$. Biréfringence forte. »

L'acide dilactylique-$(d+l)$ cristallise anhydre et fond à 142°. Il est très soluble dans l'eau, même à froid. Sa solution est dépourvue d'action sur la lumière polarisée. Ses cristaux ont donné à l'analyse 44,34 et 44,19 de carbone, ainsi que 6,38 et 6,22 d'hydrogène, la théorie étant $C = 44,44$ et $H = 6,17$.

La composition est d'ailleurs confirmée par les analyses, données plus haut, du sel magnésien correspondant.

Le poids moléculaire de l'acide bibasique, déterminé par voie alcalimétrique, a donné des chiffres très voisins de la théorie.

Cet acide est bien un composé $(d+l)$, un racémique : des expériences qui seront décrites ultérieurement ont établi qu'il peut être, sous forme de sel de brucine, séparé en deux acides actifs.

V. *L'acide dilactylique inactif* ou *acide dilactylique-i* s'obtient, comme son isomère-$(d+l)$, en partant du sel de magnésium correspondant. Le même traitement est applicable dans les deux cas.

Il faut observer cependant que les deux sels magnésiens contiennent des quantités d'eau de cristallisation différentes : le racémique cristallise avec 6^{mol} d'eau, alors que les cristaux de l'inactif n'en contiennent que 3. La quantité d'acide sulfurique à employer doit être modifiée proportionnellement. Pour 50^g de sel inactif de magnésium à 3^{mol} d'eau, il faut employer $20^g,58$ de SO^4H^2 pris sous forme de solution diluée. Les choses se passent exactement comme dans le cas de l'acide-$(d+l)$. Toutefois l'acide inactif ne cristallise que dans des solutions beaucoup plus concentrées. Dans une atmosphère sèche, il se sépare du liquide sirupeux sous la forme de longues et fines aiguilles, qui finissent par envahir toute la masse. Les

conditions de la cristallisation rendent plus difficile la séparation de l'eau mère. L'aspect de l'acide est donc très différent de celui de l'isomère-$(d+l)$.

L'analyse élémentaire du corps essoré entre des doubles de papier buvard et conservé dans une atmosphère sèche, a donné $C = 44,37$ et $H = 6,25$ pour 100 d'acide, la théorie étant $C = 44,44$ et $H = 6,17$. Cette composition est d'ailleurs confirmée par les analyses du sel magnésien correspondant.

Le poids moléculaire, déterminé alcalimétriquement, a été trouvé très voisin de la théorie.

L'acide inactif fond à 69°-70°; il est hygroscopique. L'eau le dissout en abondance, même à la température ordinaire, en formant une solution sirupeuse.

Cet acide est bien un inactif par nature : transformé en sel de brucine, il donne une seule combinaison; le pouvoir rotatoire reste constant pour les cristaux donnés successivement par une même quantité de sel de brucine, alors que, dans des conditions semblables, l'acide-$(d+l)$ fournit des cristaux de pouvoir rotatoire croissant progressivement.

BOTANIQUE AGRICOLE. — *Sur la mutation gemmaire culturale de* Solanum immite *Dunal.* Note de M. **Édouard Heckel.**

Dans une précédente Communication du 26 août dernier, j'ai fait connaître à l'Académie des Sciences les mutations que j'ai obtenues avec les tubercules de *Solanum tuberosum* L. (de Bolivie) rapportés en 1911 par M. Verne, professeur à l'Université de Grenoble, de *Viacha* (4000^m d'altitude dans les Cordillères des Andes). Depuis, en fin septembre, j'ai obtenu, pour les tubercules de la même espèce provenant d'*Amancaës* (Pérou) des récoltes de M. Verne, des résultats très rapprochés, puisque les tubercules mutés pèsent de 35^g à 50^g maximum et présentent tous la disparition ou une forte diminution et l'aplatissement des lenticelles saillants, l'absence de stolons, l'accentuation des yeux et la féculisation marquée de la chair. Seuls les tubercules de la même espèce, provenant de *Chorillos* (Pérou, 4000^m d'altitude), ont résisté aux efforts culturaux (superfumure). Il est bien entendu, du reste, qu'ici la mutation ne s'est faite que dans les parties souterraines : rien dans les systèmes végétatif et reproducteur aériens n'est sensiblement modifié.

Mais un résultat plus intéressant a été obtenu avec *Solanum immite* Dunal, dont les tubercules ont été rapportés par M. Verne, de Chancay

(nord de Lima, Pérou), station classique de cette espèce. Là, pour les tubercules et toutes les parties souterraines, une mutation complète a été obtenue, bien que les tubercules aient acquis un faible développement (10g à 12g au maximum); de plus, la productivité de cette plante paraît jusqu'ici minime, car deux plantes ont donné trois tubercules seulement, mais *mutés*. Les *Solanum tuberosum* L. de *Viacha* (Bolivie) rapportés par M. Verne ont donné, par contre, assez abondamment des tubercules tous mutés; quatre potées ont donné 450g de tubercules avec une moyenne de 112g par potée et des tubercules du poids maximum de 48g à 56g. Ceux d'*Amancaës* (provenance Verne) du Pérou ont donné, en onze potées, 370g de tubercules avec une moyenne de 34g par potée et des tubercules du poids maximum de 35g à 50g.

Ce *Solanum immite* est considéré comme une espèce litigieuse parmi les botanistes. Les uns y voient une bonne espèce (Baker, Berthault, Wittmack), les autres la confondent avec *Solanum tuberosum* L. Je pencherais, après l'avoir longtemps cultivée, vers cette dernière manière de voir, tout en reconnaissant qu'elle a un port spécial, un feuillage plus grêle et des folioles plus nombreuses que l'espèce type (*S. tuberosum*), mais ce sont là des modifications de petite importance que j'ai vues se reproduire dans des espèces qui, comme *S. Commersoni* par exemple, sont bien nettement acceptées. Quant aux caractères floraux, même ceux sur lesquels repose la classification de M. Berthault (forme de la corolle rotacée ou stellaire, absence ou présence du mucro à l'extrémité des lobes calicinaux), je ne vois pas de différences assez marquées pour légitimer le maintien de cette espèce.

Enfin, la façon de se comporter sous l'influence culturale (superfumure), vis-à-vis de la mutation des tubercules, établit encore un rapprochement avec *Sol. tuberosum* L. En une année, cette mutation a été obtenue, comme dans cette dernière espèce, et c'est la première fois que je constate un phénomène si rapide, et pourtant assez profond, portant sur les diverses parties du tubercule et sur les stolons si abondants dans la plante sauvage. Partout ailleurs, il a fallu de longues années de préparation culturale et quelquefois le changement de terrain ou même de climat (*Sol. Commersoni*) pour obtenir ce résultat qui s'est produit alors subitement (Labergerie et Planchon), ou tout au moins quelques années de culture préalable (*Sol. Maglia*), ou même ne se sont pas réalisées du tout (Berthault, Wittmack, Sutton). Ce fait de la rapidité de la mutation dans le tubercule de *Sol. tuberosum* L. type, et dans *Sol. immite* Dunal, expliquerait peut-être l'attribution classique de toutes nos variétés culturales au *Sol. tuberosum* L. sauvage du

Pérou. Cette espèce a dû se domestiquer et donner rapidement des tubercules comestibles, plus facilement, en tout cas, que les autres espèces sauvages, et assez vite pour qu'on lui ait accordé la préférence sur les autres dans les pratiques culturales. Une fois mutée, elle a dû produire des variétés donnant des tubercules de forme et de couleur différentes. C'est ce que nous verrons dans la prochaine campagne agricole qui portera sur tous les tubercules mutés ou non mutés obtenus par la récolte 1912. Le retard qu'ont apporté les *Solanum Maglia* provenant du Chili et du Pérou (récoltés par M. Verne), en 1911-1912, à modifier leur état sauvage, prouve bien que cette espèce est moins plastique et moins souple, elle obéit moins vite aux efforts culturaux : de là, sans doute, l'abandon dont elle a été l'objet jusqu'ici.

J'ai obtenu enfin, en 1912, la mutation des tubercules de *Sol. Commersoni* sauvage et dans des conditions qui montrent une fois de plus la difficulté de cette transformation dans le Midi de la France. Déjà M. L. Planchon, à Montpellier, avait mis plusieurs années à y parvenir, et il commençait à désespérer quand elle s'est produite soudainement. A Marseille, j'ai cultivé en pots et en pleine terre (car les courtilières respectent ces tubercules sauvages à cause de leur excessive amertume sans doute) sans résultat sensible (grossissement seul des tubercules), depuis 1896. De guerre lasse, j'ai fait cultiver ces tubercules légèrement grossis, mais non comestibles, chez M. Bellon, secrétaire de la Société d'horticulture des Bouches-du-Rhône, à son domaine des Balustres, à Saint-Jérome, banlieue de Marseille, en terre argilo-calcaire, mais sans résultat pendant 2 années. Enfin j'ai repris ces tubercules de M. Bellon en 1911 et les ai replantés au Jardin botanique. Là, la mutation s'est faite soudainement. Il a donc fallu changer de milieu pour que cette espèce reçût l'ébranlement mutatif nécessaire. La pomme de terre, issue cette année du *Sol. Commersoni*, rappelle celle qu'a obtenue M. Planchon à Montpellier : elle n'est ni violette, ni longue; elle est jaune sale et ronde.

Le *Solanum Jamesii* Torray, cultivé aussi depuis 3 ans, n'a pas encore donné mutation de ses tubercules, mais cette année, quoique non mutés encore, ils ont passé du jaune paille au violet; toute la transformation s'est arrêtée là, elle n'a porté que sur la couleur.

M. R. Zeiller fait hommage à l'Académie d'un travail qu'il vient de publier sous le titre de *Note sur quelques végétaux infraliasiques des environs de Niort*.

CORRESPONDANCE.

M. **Marcel Brillouin** adresse des remercîments pour la distinction que l'Académie a accordée à ses travaux.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Henri Poincaré*, par Ernest Lebon;

2° La série des fascicules I à X de la publication de l'*Institut géodésique danois*. (De la part du général V.-H.-O. Madsen, Directeur de l'Institut. Présenté par M. Ch. Lallemand.)

ASTRONOMIE. — *Éléments provisoires de la comète* 1912 *b*. Note de M. **A. Schaumasse**, présentée par M. Bassot.

Malgré l'état brumeux du ciel, j'ai pu observer la comète une troisième fois, dans la nuit du 20 au 21 octobre, de sorte que j'ai disposé des trois positions suivantes :

Date : 1912.	Temps légal.	λ 1912,0.	β 1912,0.
	h m s	° ′ ″	° ′ ″
Octobre 18...	16.35.53	150.57. 9	−10.11.44
19...	16.17. 5	152. 1.28	−11. 3.36
20...	16. 8. 7	153. 6.57	−11.55.50

A l'aide de ces données nous avons déduit, M. Fayet et moi, les éléments paraboliques que voici :

$$T = 1912,\ \text{octobre}\ 25{,}3088\ \text{temps moyen légal}$$

$$\left.\begin{aligned}\pi &= 113^\circ.50'.20''\\ \Omega &= 270.23.58\\ i &= 53.52.34\end{aligned}\right\}\ \text{écliptique et équinoxe moyens 1912,0}$$

$$\log q = 0{,}021444$$

Représentation du lieu moyen.

$$\text{O.} - \text{C.}\left\{\begin{aligned}\cos\beta\, d\lambda &= -4'',0,\\ d\beta &= -0'',8.\end{aligned}\right.$$

L'éphéméride que j'ai calculée au moyen de ces éléments montre que l'astre se déplace assez rapidement vers le Sud, de sorte qu'il cessera bientôt d'être observable sous nos latitudes : le 15 novembre en effet, sa déclinaison sera déjà égale à — 31°.

ASTRONOMIE. — *Identité probable de la nouvelle comète* 1912 *b avec la comète périodique Tuttle.* Note de M. G. **Fayet**, présentée par M. Bassot.

Les éléments provisoires du nouvel astre, que j'ai calculés avec M. Schaumasse, présentent (exception faite pour l'époque du passage au périhélie) une grande ressemblance avec ceux de la comète Tuttle, dont le retour est attendu. Voici, en effet, le relevé des deux systèmes d'éléments :

		Comète Tuttle. (A).	Comète 1912 *b*. (B).
T		1913 janv. 3,4	1912 oct. 25,3
1912,0	π	116° 39′	113° 50′
	☊	270° 0′	270° 24′
	i	54° 29′	53° 53′
$\log q$		0,0082	0,0214

A priori, l'identité apparaissait cependant peu probable, étant donnée la différence considérable présentée par les deux valeurs de T; d'ailleurs, le 20 octobre, la comète Schaumasse se trouvait au voisinage de l'équateur, tandis que la position de la comète Tuttle, calculée pour la même date, à l'aide des éléments (B), correspond à une déclinaison boréale de 74°.

Néanmoins, j'ai recherché s'il était possible de représenter une observation de l'objet nouveau (j'ai choisi celle du 19 octobre), à l'aide des éléments Tuttle, mais en modifiant d'une façon convenable la date du passage au périhélie.

Parmi les nombreux essais effectués, voici celui (I) qui correspond à la meilleure représentation, ainsi que ceux (II et III) qui fournissent une représentation rigoureuse d'une seule des deux coordonnées :

		I.	II.	III.
Anomalie vraie v		— 11°,1	— 12°,1	— 10°,5
T		1912 oct. 28,3	oct. 29,1	oct. 27,9
O. — C.	$\cos\beta\, d\lambda$	— 26′	0′	— 43′
	$d\beta$	— 21′	— 55′	0′

La représentation est donc satisfaisante.

Resterait à expliquer l'inexactitude de plus de 2 mois présentée par T, dans les éléments (B).

Or ces éléments sont ceux qui satisfont à la dernière apparition de l'astre, en 1899, et personne n'a examiné à ma connaissance si, durant ces 13 dernières années, la comète Tuttle avait eu à subir de fortes perturbations.

Aussi ai-je cru intéressant d'entreprendre cette recherche. Tout d'abord, j'ai calculé quelles étaient les positions de la comète par rapport à Mars, Jupiter et Saturne, lorsque son rayon vecteur s'est trouvé égal à celui de chacune de ces planètes; on trouve ainsi :

Planète.	r.	Époque.	✶☾ — Planète. Différence de λ.	✶☾ — Planète. Différence de β.
Mars..........	1,52	1899 juillet	— 2°	— 53°
Jupiter.........	5,20	1900 septembre	+ 7	— 10
Saturne........	9,55	1903 octobre	— 129	+ 13
Saturne........	9,55	1908 mai	— 67	+ 32
Jupiter.........	5,20	1911 juin	+ 99	+ 46
Mars..........	1,52	1912 août	— 126	+ 36

On constate immédiatement qu'à la fin de 1900 la comète s'est approchée beaucoup de Jupiter.

Le calcul rigoureux des perturbations est un travail qui exige plusieurs mois; mais comme je désirais avoir simplement une idée approximative de leur montant, je me suis contenté d'une évaluation grossière.

Je me suis limité à la période 1900 juin 9 à 1901 juillet 14, durant laquelle la comète est restée à une distance de la planète, inférieure au double du rayon de l'orbite terrestre.

La distance mutuelle minima, survenue en décembre 1901, atteignait seulement 0,75.

Les perturbations, évaluées de 40 en 40 jours, par quadratures mécaniques, en employant la méthode de la variation des constantes, correspondent, pendant la période envisagée, aux valeurs suivantes :

$$dM = +1^{\circ}.16',8$$
$$d\pi = -0.\ 9,8$$
$$d\Omega = -0.\ 7,2$$
$$di = +0.45,9$$
$$d\varphi = -0.21,8$$
$$d\mu = +4'',32$$

Donc ce sont précisément l'anomalie moyenne M et le moyen mouvement μ qui se trouvent modifiés d'une façon notable.

Si l'on corrige en conséquence les éléments relatifs à 1899, on trouve que le passage au périhélie est avancé de 86 *jours*, et se produit le 9 octobre 1912.

L'écart avec le T obtenu pour la comète Schaumasse est donc devenu beaucoup plus petit et a changé de sens. Comme notre évaluation des perturbations est incomplète et seulement approchée, il semble permis de conclure que l'identité des deux astres est très vraisemblable.

Si cela est, la découverte de M. Schaumasse n'en aura que plus d'intérêt, car, sans le zèle infatigable de notre collègue, on n'aurait pas pu observer le retour d'un astre important annoncé à une position erronée de presque 90°.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil faites à l'Observatoire de Lyon pendant le premier trimestre de* 1912. Note de M. **J. Guillaume**, présentée par M. B. Baillaud.

Il y a eu 60 jours d'observations dans ce trimestre, et l'on en déduit les principaux faits suivants :

Taches. — Il n'y a eu qu'un seul groupe de taches visible, du 7 au 18 mars, avec une surface moyenne réduite de 76 millionièmes de l'aire de l'hémisphère solaire, puis quelques pores gris très petits observés les 15 et 22 février, et le 28 mars; tandis que, précédemment, on avait noté 6 groupes et 214 millionièmes.

Le disque du Soleil a été vu sans taches dans 51 des jours d'observations, d'où résulte un nombre proportionnel trimestriel de 0,85 au lieu de 0,67 dans le dernier trimestre de 1911. Le nombre le plus élevé noté antérieurement était 0,83 dans le troisième trimestre de 1901.

Du 31 décembre au 6 mars inclusivement, soit pendant 67 jours consécutifs, il n'y a pas eu de taches. Les nombres les plus élevés enregistrés à Lyon avaient été, jusque-là, de 51 jours, du 15 mars au 4 mai 1902, et de 49 jours, du 24 octobre au 11 décembre 1889.

Il résulte de ces faits que le phénomène des taches passe actuellement par un minimum d'activité, mais il y a lieu d'attendre les observations ultérieures pour en fixer l'époque.

Régions d'activité. — La surface totale des groupes de facules est peu différente de celle notée précédemment, malgré que leur nombre soit plus élevé d'un tiers : on a, en effet, 39 groupes avec 10,0 millièmes au lieu de 29 groupes et 11,4 millièmes.

Dans leur répartition de part et d'autre de l'équateur, on compte 30 groupes au Sud, dont 20 dans les latitudes supérieures à 40°, et 9 au Nord avec un seul dépassant 40°. Pendant le trimestre précédent, on avait noté 16 groupes dans l'hémisphère austral et 13 dans l'hémisphère boréal.

TABLEAU I. — *Taches.*

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		Janvier 1912. — 1,00.			
	16 j.		»	»	»
		Février. — 1,00.			
15	1	15,5	—9		pores
22	1	25,2	—10		pores
	22 j.		»	»	»

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		Mars. — 0,59.			
7-18	9	13,0	—12		76
28	1	28,5	—42		pores
	22 j.		—12°		

TABLEAU II. — *Distribution des taches en latitude.*

1912.	Sud. 90°-40°.	40°-30°.	30°-20°.	20°-10°.	10°-0°.	Somme.	Nord. Somme.	0°-10°.	10°-20°.	20°-30°.	30°-40°.	40°-90°.	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Janvier......	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Février.....	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Mars........	»	»	»	1	»	1	»	»	»	»	»	»	1	76
Totaux....	»	»	»	1	»	1	»	»	»	»	»	»	1	76

TABLEAU III. — *Distribution des facules en latitude.*

1912.	Sud. 90°-40°.	40°-30°.	30°-20°.	20°-10°.	10°-0°.	Somme.	Nord. Somme.	0°-10°.	10°-20°.	20°-30°.	30°-40°.	40°-90°.	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Janvier......	8	»	1	1	»	10	2	2	»	»	»	»	12	3,0
Février.....	10	»	»	1	3	14	5	2	2	»	»	1	19	4,2
Mars........	2	»	»	2	2	6	2	»	1	1	»	»	8	2,8
Totaux....	20	»	1	4	5	30	9	4	3	1	»	1	39	10,0

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète 1912 a (Gale), faites à l'Observatoire de Marseille, au chercheur de comètes.* Note de M. **Borrelly**, présentée par M. B. Baillaud.

COMÈTE 1912 *a* GALE.

Dates. 1912.	Temps moyen de Marseille. (h m s)	Différence en Æ. (m s)	Différence en déclin. (′ ″)	Nombre de compar.	Æ apparente. (h m s)	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.	✶.
Oct. 9....	6.59.35	+1.58,89	+10.37,6	5:5	15.36.36,89	+$\bar{1}$,602	+3°55′51″,1	+0,766	*c*
» 10....	6.47.45	—1.26,78	+4.41,0	5:5	15.38.21,21	+$\bar{1}$,595	+5. 2. 5,5	+0,760	*d*
» 11....	6.39.37	—0. 2,40	—18.54,8	5:5	15.39.59,93	+$\bar{1}$,589	+6. 7. 1,0	+0,754	*e*

COMÈTE 1912 *a* GALE (*suite*).

Dates. 1912.	Temps moyen de Marseille.	Différence en Æ.	Différence en déclin.	Nombre de compar.	Æ apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.	⋆.
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Oct. 14....	7. 4.35	−2.45,18	−13.27,0	5:5	15.44.31,68	+1̄,617	+ 9.16.31,8	+0,750	*f*
» 15....	6.28.49	+0.43,56	− 5.41,9	5:5	15.45.52,18	+1̄,594	+10.15. 8,5	+0,734	*g*
» 16....	6.27.52	+1.32,87	+ 9.28,1	5:5	15.47. 9,68	+1̄,597	+11.13.52,8	+0,729	*h*
» 17....	6.21.31	−2.24,29	+ 7.27,4	5:5	15.48.24,18	+1̄,597	+12.11.16,0	+0,723	*j*
» 18....	6. 8.57	+0.28,29	−21.16,6	5:5	15.49.35,79	+1̄,587	+13. 7.17,1	+0,712	*k*
» 19....	6.15.37	+3.15,48	− 7.43,3	5:5	15.50.44,12	+1̄,598	+14. 2.17,2	+0,711	*l*
» 20....	6. 8. 9	−1.21,53	+16.11,6	5:5	15.51.50,62	+1̄,595	+14.55.59,0	+0,703	*m*

Positions des étoiles de comparaison.

⋆.	Gr.	Æ moyenne, 1912,0.	Réduction au jour.	Ⓓ moyenne, 1912,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
c.......	7,5	15.34.36,94	+1,06	+ 3.45.20,7	− 7,2	5253 Albany, A.G.
d.......	8,2	15.39.46,94	+1,05	+ 4.57.31,4	− 6,9	7062 Leipzig II, A.G.
e.......	9,2	15.40. 1,29	+1,04	+ 6.26. 2,6	− 6,8	3089 BD, comparée à α-Serpent
f.......	8,9	15.47.15,86	+1,00	+ 9.30. 5,0	− 6,2	7099 Leipzig II, A.G.
g.......	8,4	15.45. 7,64	+0,98	+10.20.56,7	− 6,3	5509 Leipzig I, A.G.
h......	8,9	15.45.35,84	+0,97	+11. 4.31,0	− 6,3	5512 Leipzig I, A.G.
j......	8,7	15.50.47,51	+0,96	+12. 3.54,7	− 6,1	5534 Leipzig I, A.G.
k......	6,7	15.49. 6,57	+0,93	+13.28.39,8	− 6,1	5527 Leipzig I, A.G.
l......	8,2	15.47.27,73	+0,91	+14.10. 6,7	− 6,2	5523 Leipzig I, A.G.
m......	6,8	15.53.11,24	+0,91	+14.39.53,4	− 6,0	5548 Leipzig I, A.G.

Remarques. — Le 11, la comète est belle, le noyau brillant, d'apparence stellaire; l'ensemble de la chevelure et du noyau brille comme une belle 6ᵉ; la queue est toujours petite. Le 14, la comète est toujours belle, le noyau brillant; la queue a augmenté d'éclat, sa longueur dépasse 1°; elle est fine, déliée et passe sur l'étoile de comparaison au début de l'observation.

GÉOMÉTRIE. — *Sur certains systèmes conjugués.* Note de M. A. PETOT.

Je vais donner ici une première indication sur les systèmes conjugués particuliers σ, définis à la fin de ma dernière Note. Si l'on désigne par ϖ l'inclinaison du plan osculateur en M à la ligne (v) sur la normale à la surface S, et par ϖ' le même élément pour sa transformée sphérique, on a, pour un système conjugué quelconque,

$$\tang\varpi' = \sin\alpha \tang\varpi \left(1 + \frac{1}{r}\frac{\partial\alpha}{\partial u}\right), \tag{1}$$

et par suite, dans le cas des systèmes σ,

$$\tag{2} \operatorname{tang}\varpi' = \sin\alpha \operatorname{tang}\varpi,$$

formule où l'on reconnaît la généralisation d'une propriété des lignes de courbure.

Elle devient illusoire dans le cas des lignes asymptotiques, mais il est facile de lever cette indétermination. Si l'on tient compte de la relation

$$\tag{3} \operatorname{tang}\alpha = \frac{\tau}{\rho}\cos\varpi,$$

établie pour tous les systèmes conjugués où l'angle ϖ reste constant le long de chaque ligne (φ), il vient, pour les systèmes σ qui présentent cette particularité,

$$\tag{4} \operatorname{tang}\varpi' = \frac{\tau}{\rho}\cos\alpha \sin\varpi,$$

et l'on en déduit, pour les lignes asymptotiques,

$$\tag{5} \operatorname{tang}\varpi' = \frac{\tau}{\rho},$$

car chacune d'elles est la ligne (φ) d'un système σ particularisé comme nous venons de le dire. Cette formule est d'ailleurs une conséquence immédiate d'une propriété connue de l'indicatrice sphérique de la binormale d'une courbe quelconque.

M. Demartres m'a fait remarquer, dans le même ordre d'idées, que la formule

$$\operatorname{tang}\alpha = \frac{\tau}{\rho},$$

établie dans ma dernière Note, n'est que l'expression de la propriété de la droite rectifiante en chaque point des géodésiques (φ).

La formule (2) intervient dans la recherche des surfaces définies par une propriété d'un de leurs systèmes σ. Ce problème est la généralisation de celui qui consiste à déterminer une surface, connaissant une propriété de ses lignes de courbure. Pour ce dernier, le cas le plus simple est celui où l'angle ϖ doit rester constant le long de chaque ligne de courbure (φ), en pouvant varier de l'une à l'autre. On sait que les surfaces à lignes de courbure planes dans un système répondent à cette question, et que ce sont les seules. J'ai été ainsi conduit à chercher la surface S possédant un système

conjugué σ, pour lequel l'angle ϖ reste constant le long de chaque ligne (v), tout en pouvant, comme on l'a dit plus haut, varier de l'une à l'autre.

Il résulte d'abord des théorèmes énoncés dans ma dernière Note, que ce problème revient à trouver les surfaces S sur lesquelles on peut tracer une famille d'hélices, vérifiant la condition imposée à l'angle ϖ. L'équation (2) montre ensuite que l'angle ϖ' est aussi constant le long de chaque transformée sphérique (v') des hélices (v), ce qu'on pourrait d'ailleurs démontrer directement. Ces courbes (v') sont donc des cercles, tout comme dans le cas des surfaces à lignes de courbure planes.

L'axe de chacun de ces cercles est parallèle aux génératrices du cylindre H, qui admet l'hélice correspondante (v) comme géodésique. C'est la généralisation de cette propriété des surfaces à lignes de courbure planes dans un système : que le plan de chacune de ces lignes est parallèle à celui du cercle (v') correspondant.

Quant aux lignes sphériques (u'), qui correspondent aux lignes (u) de S, elles ne sont plus perpendiculaires aux lignes (v'), mais l'angle (u', v') reste constant le long de chacune de ces dernières, car il est en chaque point égal à l'angle α des courbes (u) et (v). C'est ici surtout que se marque la différence entre le problème que nous étudions et celui des surfaces à lignes de courbure planes. Voici, en conséquence, la marche à suivre pour déterminer les surfaces S considérées.

On rapporte d'abord la sphère de rayon 1 à une famille de cercles, et à leurs trajectoires sous un angle α, qui reste constant le long de chaque cercle. Il est pour cela avantageux de rapporter d'abord la sphère à une famille de cercles et à leurs trajectoires orthogonales, opération pour laquelle on bénéficie des résultats obtenus dans l'étude des surfaces à lignes de courbure planes, et de faire ensuite un changement de variables convenable, de manière à conserver les cercles et à remplacer leurs trajectoires orthogonales par celles, plus générales, qu'on veut obtenir.

Après avoir ainsi exprimé en fonction des variables u et v les coordonnées c, c', c'' d'un point quelconque de la sphère, il ne reste plus qu'à intégrer l'équation de Laplace correspondante, ou du moins à en trouver des solutions. Rappelons, d'après M. Christoffel, que cette équation peut se mettre sous la forme

$$(6)\qquad \frac{\partial^2\lambda}{\partial u\,\partial v}+\frac{f\frac{\partial g}{\partial u}-g\frac{\partial e}{\partial v}}{2(eg-f^2)}\frac{\partial\lambda}{\partial u}+\frac{f\frac{\partial e}{\partial v}-e\frac{\partial g}{\partial u}}{2(eg-f^2)}\frac{\partial\lambda}{\partial v}+f\lambda=0,$$

où l'on désigne par e, f, g les éléments de Gauss pour le système de coordonnées sphériques (u, v).

La solution générale du problème considéré doit comprendre cinq fonctions arbitraires d'une variable, dont trois pour le système de coordonnées sphériques et deux pour l'intégration de l'équation de Laplace. Je ne l'ai étudié que dans des cas très simples, en me laissant guider par ce qui a été fait pour les surfaces à lignes de courbure planes. Les plus simples de ces dernières étant les surfaces de révolution, on est amené, par extension, à considérer les hélicoïdes généraux comme les premières des surfaces S cherchées, et à passer de celles-là à d'autres plus complexes.

Pour les hélicoïdes les cercles (v') sont parallèles entre eux, mais ces surfaces ne sont pas les plus générales de celles qui admettent ces cercles comme représentation sphérique des hélices (v). Elles sont particularisées par ce fait que les cylindres H sont de révolution autour d'un même axe, et qu'en outre les hélices (v) sont de même pas. Leur équation ne comprend pour cela qu'une fonction arbitraire au lieu de trois. Cela m'a conduit à chercher, comme premier problème sur les surfaces considérées S, celles de ces surfaces qui admettent pour le système conjugué (u, v) la représentation sphérique des hélicoïdes. De là je suis passé au cas où les plans des cercles (v') passent par une droite fixe. J'ai obtenu les expressions de c, c', c'' en fonction de u et de v, avec une fonction arbitraire de v, ce qui m'a permis de former explicitement l'équation (6), mais je ne suis pas parvenu jusqu'à maintenant à intégrer cette équation. J'en ai seulement trouvé des solutions particulières auxquelles correspondent des surfaces S un peu plus générales que les hélicoïdes.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Remarques sur certains théorèmes d'existence.* Note de M. **Maurice Gevrey**, présentée par M. Émile Picard.

I. M. Holmgren, dans les *Arkiv för Matematik* (1908), a démontré quelques propositions fort intéressantes relatives au *prolongement* des solutions de l'équation de la chaleur ; ces résultats sont des cas particuliers de théorèmes plus généraux, susceptibles d'être démontrés par une autre voie, et relatifs aux équations du type parabolique. Je me propose de les indiquer ici.

M. Holmgren envisage une classe de fonctions, que nous appellerons *fonctions* H, relativement à une variable y, et qui jouissent des propriétés suivantes : elles sont indéfiniment dérivables dans un intervalle donné, et

le module de leur dérivée $n^{\text{ième}}$ est inférieur à

$$\frac{M\,2n!}{R^n}.$$

Cela posé, toute solution régulière de l'équation

$$\frac{\partial^2 z}{\partial x^2} - \frac{\partial z}{\partial y} = f(x, y)$$

est une fonction H relativement à y, dans toute région du plan où $f(x,y)$ est elle-même de cette nature : ce fait (qui est immédiat quand $f = 0$) résulte de la considération de l'une ou l'autre des deux intégrales

$$(1)\qquad u(x, y) = -\frac{1}{2\sqrt{\pi}} \int\int_{S_y} \frac{1}{\sqrt{y-\eta}}\, e^{\frac{-(x-\xi)^2}{4(y-\eta)}} f(\xi, \eta)\, d\xi\, d\eta,$$

$$(2)\qquad v(x, y) = \int_0^x \sum_{p=0}^{\infty} \frac{(x-\xi)^{2p+1}}{(2p+1)!} \frac{\partial^p f(\xi, y)}{\partial y^p}\, d\xi,$$

dont la première est bien connue (¹) et dont la deuxième représente la solution nulle, ainsi que $\frac{\partial z}{\partial x}$, sur l'axe Oy.

Envisageons maintenant l'équation parabolique linéaire

$$(3)\qquad \frac{\partial^2 z}{\partial x^2} - \frac{\partial z}{\partial y} = a\frac{\partial z}{\partial x} + cz + f,$$

où les coefficients sont des fonctions H par rapport à y dans un domaine D : *toute solution régulière* z, *dans* D, *est elle-même une fonction* H *ainsi que* $\frac{\partial z}{\partial x}$. Pour le démontrer, après avoir observé que toutes les dérivées existent en y, on calcule leur limitation par voie de récurrence, en remarquant que la dérivée u_n, d'ordre n, satisfait à une équation de la forme

$$\frac{\partial^2 u_n}{\partial x^2} - \frac{\partial u_n}{\partial y} = a\frac{\partial u_n}{\partial x} + cu_n + f_n,$$

f_n ne contenant que des dérivées d'ordre $< n$.

Si l'on appelle *courbe* H toute courbe de D dont l'équation est de la forme $x = X(y)$, X étant une fonction H dans un intervalle (α, β), toutes

(¹) Voir *Comptes rendus*, 20 février 1911. La formule (2) permet de démontrer assez rapidement plusieurs des résultats, trouvés différemment, et énoncés dans ma Note du 6 juin 1911.

les solutions envisagées se réduisent sur une telle courbe à une fonction H de y (¹).

II. Si l'on se propose de résoudre le *problème de Cauchy*, relatif à l'équation (3), pour une courbe H et avec des données d'espèce H, la formule (2) fournit la solution par le moyen d'approximations successives (un changement de variables permet de prendre zéro pour données et Oy pour courbe H).

Enfin, étant donnée une solution z régulière dans un domaine D limité en partie par une courbe H, la condition nécessaire et suffisante pour que z soit *prolongeable* au delà de H, est que les valeurs prises par z sur cette courbe constituent une fonction H pour tout intervalle strictement intérieur à (α, β).

III. Étant donnée une équation du type parabolique, l'équation de la chaleur par exemple, on peut se proposer de trouver une *solution analytique déterminée par les valeurs qu'elle prend sur deux courbes sécantes*, les données et le contour étant analytiques (²). *Or ce problème est en général impossible.* Supposons, par exemple, que x doive être nul sur Oy et égal sur la bissectrice OR de xOy à une fonction $\varphi(y)$, holomorphe autour de l'origine : la condition nécessaire et suffisante pour que le problème soit possible est que, si l'on pose

$$e^{\frac{y}{4}}\varphi(y) = y\sum_{n=0}^{\infty} a_n y^n,$$

la fonction $\dfrac{x}{\operatorname{sh}\frac{x}{2}}\sum\dfrac{a_n x^{2n}}{2^n\, 1.3\ldots(2n+1)}$ soit une fonction entière d'ordre $\leqq 2$.

Ainsi la solution suivante,

$$z(x, y) = \frac{1}{2\sqrt{\pi}}\int_{-\infty}^{+\infty}\frac{1}{\sqrt{y}}e^{\frac{-(x-\xi)^2}{4y}}\frac{\xi^2}{\operatorname{sh}\frac{\xi}{2}}d\xi,$$

se réduit à zéro sur Oy et à $2ye^{-\frac{y}{4}}$ sur OR, mais elle n'est pas prolongeable au-dessous de Ox.

Bien au contraire, si nous nous proposons le même problème pour *deux*

(¹) On peut aussi dans l'équation (3) supposer que le coefficient de $\dfrac{\partial z}{\partial y}$ est une fonction H de signe constant.

(²) Voir, à ce sujet, l'article de M. E.-E. Levi dans les *Annali di Matematica*, t. XIX, 1912.

arcs de courbes analytiques non sécants, limités par deux caractéristiques, il y aura une *infinité de solutions*. Dans le cas le plus simple, où l'on prend comme contour deux parallèles à Oy, la recherche de la valeur prise par la solution sur une caractéristique se ramène à la résolution de l'équation d'Abel,

$$\varphi(x+1)-\varphi(x)=f(x),$$

qui admet une infinité de solutions différant entre elles de fonctions périodiques (¹).

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Le théorème de M. Picard et les fonctions multiformes*. Note de M. **Georges Rémoundos**, présentée par M. Émile Picard.

1. En 1904, M. Landau (²) a démontré le théorème suivant :

« Soit une fonction analytique : $H(z)=\alpha_0+\alpha_1 z+\alpha_2 z^2+\ldots+\alpha_n x^n+\ldots$ régulière en $z=0$ pour laquelle $\alpha_1\neq 0$; il existe un cercle

$$|z|<R=R(\alpha_0,\alpha_1),$$

dont le rayon dépend seulement de α_0 et α_1 (et non des autres coefficients $\alpha_2, \alpha_3, \ldots, \alpha_m, \ldots$) à l'intérieur duquel la fonction $H(z)$ possède un point singulier ou prend au moins une fois l'une des valeurs zéro et un. »

J'ai cherché à étendre aux fonctions multiformes dans le voisinage de $z=0$ ce nouvel ordre d'idées introduit par M. Landau pour généraliser le célèbre théorème de M. Picard et j'ai obtenu un théorème que je me propose de faire connaître ici.

2. Étant donnée une fonction analytique et régulière en $z=0$

$$H(z)=\alpha_0+\alpha_1 z+\alpha_2 z^2+\ldots+\alpha_n z^n+\ldots,$$

j'appellerai, pour abréger le langage, *nombre* L *correspondant à cette fonction* le nombre $R(\alpha_0,\alpha_1)=\frac{2}{|e^{c_0 i}c_1\alpha_1|}$ donné par M. Landau dans son tra-

(¹) En fait, la fonction φ doit être paire, mais les conclusions énoncées subsistent. Ces résultats, ainsi que ceux des Notes précédentes, seront d'ailleurs publiés en détail dans un prochain Mémoire.

(²) *Ueber eine Verallgemeinerung des Picardschen Satzes* (*Sitzungsberichte der Königlich-Preussischen Academie der Wissenschaften*, Berlin, p. 1118-1133).

vail : *Über den Picardschen Satz* (*Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft*, Jahrgang 51, 1906).

Soit une fonction $u = \varphi(z)$ admettant le point $z = 0$ comme *point critique*, autour duquel se permutent un nombre quelconque n de branches; elle sera définie par une équation de la forme

$$(1) \quad F(z, u) = u^n + A_1(z)u^{n-1} + A_2(z)u^{n-2} + \ldots + A_{n-1}(z)u + A_n(z) = 0,$$

les coefficients $A_1(z)$, $A_2(z)$, $A_{n-1}(z)$, $A_n(z)$ étant des fonctions uniformes dans le voisinage du point $z = 0$. Nous avons obtenu le théorème suivant :

Théorème. – *Si la fonction*

$$B(z) = \frac{-A_n(z)}{1 + A_1(z) + A_2(z) + \ldots + A_{n-1}(z)} = \alpha_0 + \alpha_1 z + \alpha_2 z^2 + \ldots + \alpha_m z^m + \ldots$$

est régulière en $z = 0$ et si nous avons $\alpha_1 \neq 0$, le cercle C dont le rayon [1] *est égal au nombre L correspondant à la fonction $B(z)$ et dépend, par conséquent, seulement des α_0 et α_1* (et non des autres coefficients α_2, α_3, ...) *jouit de la propriété suivante : A l'intérieur de ce cercle ou bien la fonction $B(z)$ possède un point singulier, ou bien la fonction $A_1(z) + A_2(z) + \ldots + A_{n-1}(z)$ devient infinie* (en un point au moins), *ou bien la fonction multiforme $u = \varphi(z)$ prend au moins une fois l'une des valeurs zéro et un.*

Il y a là une extension parfaite du théorème de M. Landau aux fonctions pour lesquelles le point $z = 0$ est un *point critique*, autour duquel un nombre fini de branches se permutent; il faut signaler dans notre énoncé le fait remarquable que le cas où la fonction multiforme $u = \varphi(z)$ ne prend ni la valeur *zéro* ni la valeur *un* dans le cercle C, entraîne l'existence, à l'intérieur de ce cercle, de points singuliers de fonctions uniformes données par les coefficients de l'équation (1) qui ne sont pas toujours des points singuliers de la fonction multiforme elle-même; cela ne saurait jamais être considéré comme un défaut parce que la fonction multiforme $u = \varphi(z)$ est définie par la connaissance des coefficients $A_1(z)$, $A_2(z)$, ..., $A_n(z)$.

Nous remarquons que, *dans le cas général*, le rayon du cercle C ne dépend que des nombres $A_1(0)$, $A_2(0)$, ..., $A_n(0)$, $A'_1(0)$, $A'_2(0)$, ..., $A'_n(0)$. En tout cas, il ne dépend que des coefficients α_0 et α_1.

---

(1) Le centre du cercle est, bien entendu, le point $z = 0$.

3. Dans le cas où la fonction donnée $u = \varphi(z)$ est uniforme dans le voisinage du point $z = 0$ et définie par l'équation $u + A_n(z) = 0$ nous avons évidemment

$$A_1(z) = 0, \quad A_2(z) = 0, \quad \ldots, \quad A_{n-1}(z) = 0,$$

et, par conséquent,

$$B(z) = -A_n(z).$$

Donc, dans ce cas, notre fonction $B(z)$ coïncide avec la fonction $u = \varphi(z)$ qui doit prendre au moins une fois l'une des valeurs *zéro* et *un*, et nous retombons sur l'énoncé même de M. Landau, qui se présente comme un cas particulier du nôtre.

Dans le cas particulier où les coefficients sont des fonctions entières ou bien finies à distance finie, la fonction $A_1(z) + A_2(z) + \ldots + A_{n-1}(z)$ ne jouera aucun rôle dans l'énoncé de notre théorème, qui devient plus simple.

ÉLECTRICITÉ. — *Éclateur électrométrique constitué par deux sphères conductrices. Calcul des charges, des potentiels, de l'action mutuelle de disruption.* Note de MM. **A. Guillet** et **M. Aubert**, présentée par M. Lippmann.

I. La sphère fixe S est quelconque et portée à la partie inférieure de l'appareil par une tige isolée qui peut être déplacée micrométriquement dans le sens des x, des y et des z. La sphère mobile S′ est creuse pour être plus légère et faite d'aluminium, ou d'un ballon de celluloïd dont on argente la surface; elle est suspendue à l'extrémité d'un fil fin à l'aide d'une petite goupille d'échange; l'autre extrémité du fil est reliée à un organe dont la forme est imposée par la nature de la force qui doit servir de mesure à l'action électrique.

Dans le type *aréomètre*, amorti par construction, c'est un cadre flotteur dont la tige pénétrant de λ dans le liquide, ou en sortant, selon que la force électrique varie dans un sens ou dans l'autre, produit une poussée antagoniste $p_1\lambda$. Dans le type *pèse-lettres*, c'est un disque très léger de rayon r, dont l'axe tourne sur rubis, le fil partant d'un point de la périphérie s'enroule dans une fine gorge, après quoi il pend tangentiellement; le moment $f.r$ de la force électrique est équilibré par celui $pr' \sin\theta$ d'un poids dont la queue a été enfoncée dans l'un des trous, distant de r' du centre, pratiqués le long de l'un des bras du disque. La substitution d'un *fil de torsion* à l'axe précédent exige la mesure du couple antagoniste $C\theta$. L'équipage disque est animé d'un mouvement apériodique; les translations λ sont suivies au viseur et les rotations θ

au miroir. (L'aide appliquée de M. Ch. Entressengle a beaucoup facilité ces constructions.)

II. Comment conduire le calcul des expériences? Rappelons que les expressions des grandeurs électriques à calculer renferment les séries

$$\sum_0^\infty a^{n+1} b^n P_{2n}^{-1}, \qquad \sum_0^\infty a^n b^{n+1} Q_{2n}^{-1}, \qquad -\sum_0^\infty a^{n+1} b^{n+1} P_{2n+1}^{-1},$$

$$-\sum_1^\infty a^{n+1} b^n \frac{d.P_{2n}^{-1}}{dx}, \qquad -\sum_1^\infty a^n b^{n+1} \frac{d.Q_{2n}^{-1}}{dx}, \qquad \sum_0^\infty a^{n+1} b^{n+1} \frac{d.P_{2n+1}^{-1}}{dx}.$$

Il se trouve, circonstance heureuse, que l'on peut : 1° former aisément la suite des polynomes P et Q, fonctions de x, a, b et, 2° ramener le calcul des séries Σ à celui des polynomes U, U', fonctions de la seule variable u, relatifs au système plan-sphère (voir *Comptes rendus*, t. 155, p. 139 et 204).

1° L'idée physique préconçue, confirmée par l'examen de cas particuliers, de l'existence, dans le cas général, d'une variable fonctionnelle jouant un rôle analogue à u, conduit à rechercher une fonction $F(x, a, b, z)$ telle que

$$F = P_0 + P_1 z + P_2 z^2 + \ldots + P_n z^n + \ldots.$$

Des relations auxquelles satisfont trois polynomes P consécutifs, on tire aisément

$$(1) \qquad P_n = (x^2 - a^2 - b^2) P_{n-2} - a^2 b^2 P_{n-4},$$

d'où

$$(2) \qquad P'_n = 2x P_{n-2} + (x^2 - a^2 - b^2) P'_{n-2} - a^2 b^2 P'_{n-4}.$$

On est tenté, en s'inspirant des résultats déjà obtenus (voir *Comptes rendus*, t. 155, p. 708), de chercher à former entre la fonction F et ses dérivés partielles une combinaison dans laquelle les coefficients des puissances de z soient nuls en vertu de la relation (2). Une telle opération réussit et conduit à déterminer F par l'équation

$$[(x^2 - a^2 - b^2) z^2 - a^2 b^2 z^4] \frac{\partial F}{\partial x} + 2xz^2 F = \frac{\partial F}{\partial x} - z.$$

En conséquence

$$F = [zx + \varphi(z)][1 - (x^2 - a^2 - b^2) z^2 + a^2 b^2 z^4]^{-1}.$$

Comme l'examen direct du cas où les deux sphères sont égales impose à $\varphi(z)$ la forme $1 + a^2 z^2$, on voit qu'il suffit pour obtenir la suite des poly-

nomes P de développer l'expression

$$(1 + zx + a^2z^2)[1 - (x^2 - a^2 - b^2)z^2 + a^2b^2z^4]^{-1}$$

par rapport aux puissances de z. Après permutation de a en b, on obtiendra de même la suite des polynomes Q. Ainsi se trouve simplifié le point de départ du calcul et allégé le rôle de la mémoire.

2° Mais, du même coup, cette analyse attribue un rôle fondamental aux polynomes U puisqu'il suffit de poser

$$u = (x^2 - a^2 - b^2)(2ab)^{-1}, \qquad y = a.bz^2,$$

pour faire prendre la forme $H_{(y)}^{-1}$ au second facteur de F; u est la variable fonctionnelle cherchée. Les polynomes P et Q se calculeront par suite à l'aide des expressions

$$P_{2n} = a^n b^{n-1}[bU_n + aU_{n-1}], \qquad P_{2n+1} = a^n b^n x U_n, \qquad Q_{2n} = a^{n-1}b^n[aU_n + bU_{n-1}]$$

et les séries Σ, qui figurent dans l'action mutuelle des deux sphères, deviendront

$$\sum_1^\infty a^{n+1}b^n \frac{d.P_{2n}^{-1}}{dx} = -x\sum_1^\infty (bU'_n + aU'_{n-1})(bU_n + aU_{n-1})^{-2},$$

$$-\sum_0^\infty a^{n+1}b^n \frac{d.P_{2n+1}^{-1}}{dx} = \sum_0^\infty U'_n U_n^{-2} + abx^{-2}\sum_0^\infty U_p^{-1},$$

pour Q_{2n} permuter a en b.

Ainsi tous ces polynomes U, P, Q, ..., que l'on pourrait appeler *électrosphériques*, en raison de leur origine physique, ainsi que les séries Σ, se calculeront à partir du tableau numérique concernant l'éclateur plan-sphère; le problème de l'éclateur se présente alors avec une parfaite unité.

III. La variable fonctionnelle u est sans dimension, elle est représentée par le demi-produit tang θ.tang θ' des angles sous lesquels on voit, des centres de S et S', les génératrices des troncs de cône circonscrits à S et à S' à partir des parallèles déterminés par les cônes issus des centres des sphères et circonscrits à S' puis à S. Remarquons que les résultats des analyses de Poisson, Lord Kelvin, Maxwell, Kirchhoff, etc., conduisent seulement à des calculs par approximation sur des cas définis; l'emploi de la variable u, au contraire, permet d'aborder des problèmes d'un ordre général. Soit, *par exemple*, à construire une famille d'éclateurs répondant à une même valeur du coefficient d'induction réciproque : on s'assurera qu'il suffit de choisir

les rayons a et b des sphères et la distance x des centres de façon que le point $M(x, a, b)$ soit sur une certaine portion de l'intersection du cône $x^2 - a^2 - b^2 - 2uab = 0$ avec le paraboloïde $ab - \beta x = 0 (\beta > 0)$.

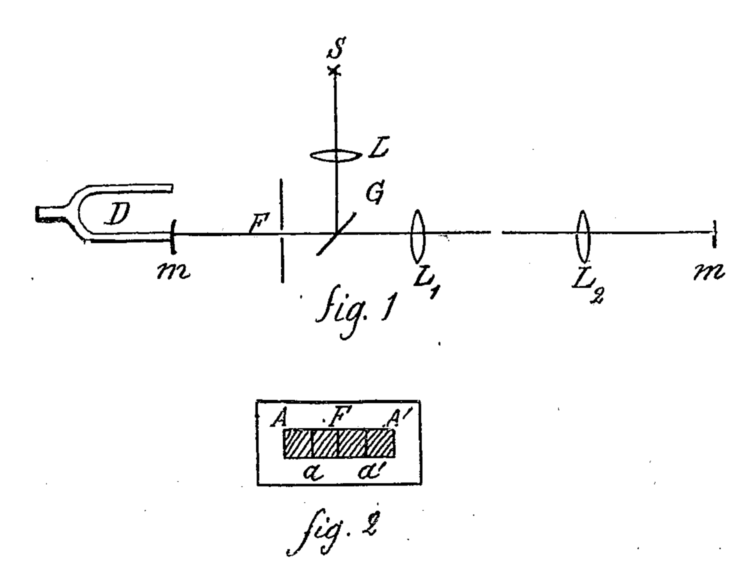
En raison de leur étendue, les tables numériques, servant au calcul des fonctions électro-sphériques, que nous avons dressées, et leurs applications ne peuvent trouver place ici.

PHYSIQUE. — *Principe d'une nouvelle méthode de mesure de la vitesse de la lumière.* Note de M. **Ch. Féry**, présentée par M. Villard.

Cette méthode dérive du procédé classique du miroir tournant où l'on évalue, comme on sait, le temps que met la lumière à parcourir une distance connue, par celui que met à tourner d'un angle mesuré un miroir dont la *vitesse angulaire* est *connue*.

C'est pour éviter la mesure délicate de cette vitesse angulaire que j'ai imaginé le dispositif que je vais décrire :

La source S (*fig.* 1) éclaire vivement la fente F par l'intermédiaire de la lentille L



et de la glace à faces parallèles G. Les rayons reçus par le miroir concave m porté par une des branches du diapason D reviennent former l'image de la fente sur cette fente même.

Le faisceau divergent issu de F est alors rendu parallèle par la lentille L_1, parcourt

la distance $L_1 L_2$, est collimé par l'ensemble de L_2 et du miroir plan m' placé au foyer principal de L_2, et revient finalement à son point de départ.

La mesure de la vitesse de la lumière s'effectue donc sur le double de la distance Fm'.

Lorsque le diapason est mis en vibration, on voit sur l'écran F dans lequel est découpée la fente :

1° Une bande lumineuse AA', de plus grande intensité à chacune de ses extrémités, c'est l'image étalée de la fente lumineuse projetée par le miroir *m* du diapason.

2° Deux lignes *a* et *a'* d'intensité beaucoup plus faible, ce sont les images de la fente produites par le rayon de retour.

En effet, chaque fois que le diapason passe par sa position d'équilibre, c'est-à-dire au moment où sa vitesse est la plus grande, un faisceau est lancé par la fente F. Ce faisceau revient avec le retard qu'il a acquis en parcourant deux fois la distance Fm', et rencontre alors le miroir *m* dévié tantôt à droite, tantôt à gauche de sa position d'équilibre.

Or il est facile de voir qu'on peut écrire

$$\frac{aa'}{AA'} = \sin 2\pi \frac{t}{T},$$

d'où il est facile de tirer le retard *t*, connaissant *aa'* et AA' fournis par la mesure directe, et T durée d'une oscillation complète du diapason.

On peut dès maintenant calculer inversement *aa'* en se donnant les autres quantités :

Soit par exemple $Fm' = 15^{km}$, $T = 0^s,002$, le retard $t = \frac{30}{300000} = 0^s,0001$.

Ceci conduit au rapport $\frac{aa'}{AA'} = \sin 18° = 0,31$.

Si l'on peut obtenir $AA' = 20^{mm}$, *aa'* serait de l'ordre de 6^{mm}.

Peut-être pourrait-on photographier simultanément les deux images (*fig.* 2) et faire avec une grande précision la mesure du rapport sur le cliché obtenu.

L'expérience pourrait être réalisée au moyen d'un diapason électrique; mais afin de ne pas perturber la loi du mouvement, le diapason D serait entraîné électriquement au moyen d'un autre diapason à l'unisson, entretenu par le procédé ordinaire.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Cryoscopie dans le sulfate de soude à* 10^{mol} *d'eau.* Note de MM. **A. Boutaric** et **C. Leenhardt**, présentée par M. E. Bouty.

Nous avons indiqué dans une précédente Note [1] une bonne vérification de la formule cryoscopique de Van 't Hoff:

$$K = 0,01985\frac{T^2}{L},$$

en utilisant l'hyposulfite de soude cristallisé $S^2O^3Na^2, 5H^2O$ comme dissolvant.

Une vérification du même ordre a été tentée par Löwenherz [2] sur l'abaissement *du point de transformation* du sulfate de soude cristallisé à 10^{mol} d'eau en sulfate de soude à 7^{mol} d'eau et sel anhydride. En reprenant le raisonnement classique de Van't Hoff, on voit que la formule $K = 0,01985\frac{T^2}{L}$ permet de calculer l'abaissement moléculaire *du point de transformation*, à condition de prendre pour L la chaleur de transformation de 1^g de sel cristallisé à $10H^2O$ en sel anhydre et solution de sel $7H^2O$.

Löwenherz, en utilisant l'urée comme corps dissous, a trouvé pour abaissement moléculaire du point de transformation $K = 32,2$.

Or la valeur de la chaleur de transformation $L = 53^{cal},1$ mesurée par Cohen [3] conduit à une valeur de la constante K égale à 36,4 et bien différente de la valeur expérimentale.

Il nous a paru intéressant de reprendre ces mesures pour voir si vraiment la formule de Van 't Hoff n'était pas applicable avec exactitude aux transformations analogues à celle du sulfate de soude. Les appareils et les méthodes utilisés sont ceux que nous avons décrits dans notre précédente Note.

La valeur moyenne de l'abaissement moléculaire produit par l'urée, après les corrections dues à l'impossibilité de partir d'un sel correspondant à la formule $SO^4Na^2, 10H^2O$, a été trouvée égale à 32,05. Elle est en accord très satisfaisant avec la valeur de Löwenherz.

Mais la détermination de la chaleur de transformation faite par Cohen prête à des critiques que nous formulerons dans un Mémoire détaillé qui

---

(1) *Comptes rendus*, t. 154, 1912, p. 113.
(2) *Zeitsch. für physik. Chem.*, t. XVIII, 1895.
(3) *Ibid.*, t. XIV, 1894.

sera publié ailleurs. Un essai de mesure effectué sur un sel quelconque du commerce a donné un nombre voisin de celui de Cohen. Pour un sel purifié avec soin, la moyenne de trois expériences bien concordantes, après de très légères corrections, a été $57^{cal},7$, à $31^{o},5$. La valeur 32,08 calculée pour K, est identique à la valeur expérimentale.

Quoiqu'un tel accord dépasse la précision de nos mesures et doive être considéré comme fortuit, il reste acquis que la formule de Van 't Hoff est vérifiée et qu'elle permet de calculer l'abaissement moléculaire *du point de transformation* du sulfate de soude.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Hydrolyse photochimique des solutions très étendues d'acides chloroplatiniques.* Note de MM. **Paul Job** et **Marcel Boll**, présentée par M. A. Haller.

1° L'étude de la conductivité des acides de la série chloroplatinique nous a montré [1] qu'ils évoluent, au sein de l'eau, sous l'action de la lumière, suivant une réaction bimoléculaire totale. Il nous restait à préciser la nature de ces transformations. La réaction portant sur *deux* molécules d'acide [2], on peut faire deux hypothèses et deux seulement : ou bien il se forme deux composés différents contenant chacun un atome de platine; ou bien il se forme un seul composé platinique dont la molécule renferme deux atomes de ce métal. La première hypothèse est très improbable, car tous les acides monoplatiniques sont instables dans ces conditions, puisqu'il résulte de nos expériences que les acides hexa-, penta-, tétra-, di- et monochloroplatiniques [3] sont décomposés par la lumière.

2° La connaissance des conductivités finales nous permet d'aller plus loin. Kohlrausch [4] croyait pouvoir conclure de ses mesures sur les acides hexa- et tétrachloroplatiniques que, par hydrolyse sous l'action de la lumière, tout le chlore passait à l'état d'acide chlorhydrique.

---

[1] Marcel Boll et Paul Job, *Cinétique photochimique des acides chloroplatiniques en solution très étendue* (*Comptes rendus*, t. 154, 1912, p. 881).

[2] L'eau, qui est en grand excès, n'influe pas sur l'ordre de la réaction.

[3] La préparation et la constitution de ces acides ont été indiquées par Miolati (*Zeitschrift für anorg. Chem.*, t. XXII, 1900, p. 445; t. XXVI, 1901, p. 209; t. XXXIII, 1903, p. 251).

[4] Kohlrausch, *Zeitschrift für phys. Chem.*, t. XXXIII, 1900, p. 257.

Nous avons déterminé expérimentalement quel pouvait être le nombre N de molécules d'acide chlorhydrique produites par *deux* molécules d'acide primitif. Le Tableau suivant donne, dans chaque cas, la conductivité moléculaire initiale μ_A, la conductivité finale μ_B et ce nombre N, qu'on obtient en divisant le *double* de la conductivité μ_B par la conductivité moléculaire 380 de l'acide chlorhydrique. (La concentration est toujours de 10^{-4} molécule-gramme par litre.)

Température = 18° C.	μ_A (¹).	μ_B.	$N = \frac{2\mu_B}{380}$.		
Acide hexachloroplatinique $PtCl^6H^2$........	700	2080	10,9,	soit sensiblement	11
Acide pentachloroplatinique $PtCl^5(OH)H^2$...	560	1700	8,9	»	9
Acide tétrachloroplatinique $PtCl^4(OH)^2H^2$..	415	1340	7,0	»	7
Acide trichloroplatinique (inconnu)........	»	»	»		»
Acide dichloroplatinique $PtCl^2(OH)^4H^2$....	190	600	3,1	»	3
Acide monochloroplatinique $PtCl(OH)^5H^2$...	80	170	0,9	»	1

L'examen de ce Tableau montre qu'il doit rester un atome de chlore combiné au platine, sinon les nombres obtenus pour N devraient être respectivement de 12, 10, 8, 4 et 2.

En comparant les résultats des deux paragraphes précédents :

1° Formation d'un composé contenant 2^{at} de platine,

2° Formation d'un composé contenant 1^{at} de chlore,

nous sommes conduits à admettre la production d'une combinaison renfermant 2^{at} de platine pour 1^{at} de chlore, intermédiaire entre l'acide monochloroplatinique et l'hydrate platinique, et à mettre cette hydrolyse photochimique sous la forme générale ($n = 6$, $n = 5$, $n = 4$, $n = 2$, $n = 1$):

$$(1)\quad 2\,PtCl^n(OH)^{6-n}H^2 + (2n-1)H^2O = (2n-1)HCl + PtCl(OH)^5H^2, Pt(OH)^6H^2.$$

Étant donnée la composition de ce corps (²), on peut affirmer que sa conductivité moléculaire doit être très faible et nous en avons précédemment tenu compte.

Les solutions ainsi obtenues se conservent pendant un temps plus ou moins long; elles finissent par abandonner un précipité floconneux rouge

(¹) La conductivité moléculaire de ces acides varie d'une manière très régulière avec leur teneur en chlore.

(²) Nous ne connaissons, dans ce corps, que le rapport du platine au chlore. La formule, que nous indiquons comme la plus naturelle, ne présume rien de sa constitution.

brun d'hydrate platinique, en subissant une augmentation de conductivité correspondant à la réaction ([1])

$$(2)\qquad PtCl(OH)^5H^2,\ Pt(OH)^6H^2 + H^2O = HCl + 2\,Pt(OH)^6H^2.$$

Ainsi de simples mesures de conductivités, suivies de considérations cinétiques, permettent de préciser la nature de certaines réactions d'ions. En particulier, les ions de la série chloroplatinique s'hydrolysent en deux temps; ils subissent, en solution très diluée (dimillinormale) :

1° Une réaction *photochimique*, qui donne toujours le même composé monochlorodiplatinique, avec formation du nombre correspondant d'ions chlore;

2° Une réaction purement chimique, qui fait passer le chlore restant à l'état d'ions simples, tandis que le platine se précipite sous forme d'hydrate platinique.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur l'écrouissage.* Note de M. **Hanriot**, présentée par M. Le Chatelier.

La définition qu'on donne habituellement de l'écrouissage repose sur l'augmentation de la limite élastique du métal due à un effort extérieur. Cette définition ne tient compte que d'une seule des qualités du métal; or nous allons voir que l'écrouissage modifie, non seulement la limite élastique, mais l'ensemble des propriétés mécaniques du métal. En outre, certains métaux, tels que ceux qui se déposent par électrolyse, sont dans un état analogue à celui des métaux écrouis. Il y a donc lieu d'élargir cette définition.

Le recuit est l'inverse de l'écrouissage. Il se produit par l'action d'une température convenable, variable pour chaque métal, qui ramène ses propriétés à ce qu'elles étaient avant l'écrouissage. Nous pourrons donc considérer comme *écroui, tout métal qui, par un recuit suffisant, subit des variations dans ses propriétés physiques en dehors de toute modification chimique.*

Cette définition, beaucoup plus générale que la précédente, a le grand avantage de se prêter directement à la vérification expérimentale de l'état de recuit ou d'écrouissage du métal, sans exiger la connaissance des efforts

[1] Le dosage de l'acide chlorhydrique total a justifié nos mesures de conductivité.

qu'il a subis antérieurement. Quelle est la propriété physique dont les variations nous serviront à constater l'écrouissage? Nous allons voir qu'elles ne s'accroissent pas à beaucoup près proportionnellement, à mesure que l'écrouissage augmente. Il conviendra donc de choisir celle qui offrira le maximum de sensibilité et la plus grande commodité dans la détermination. Dans les études qui vont suivre, j'ai caractérisé l'écrouissage par le chiffre de dureté déterminé par l'épreuve de la bille sous une pression de 30^{kg} avec une bille de 3^{mm} de diamètre. On peut la mesurer en quelques instants et répéter ces mesures tous les 3^{mm} ou 4^{mm} s'il s'agit d'un métal ayant subi des déformations compliquées.

Il était bon, d'autre part, de pouvoir, sinon mesurer, au moins indiquer l'écrouissage par un nombre. Je propose de l'exprimer par le rapport des duretés du métal considéré et du même métal complètement recuit. Ainsi une lame de dureté 48 ayant, après recuit, une dureté 35, aurait un écrouissage $48:35 = 1,37$. Ce serait un point de repère, sans valeur absolue, mais qui fixerait d'une façon précise l'état du métal considéré.

J'ai d'abord voulu voir comment variaient les diverses propriétés mécaniques d'un même métal auquel on fait subir des écrouissages d'intensité croissante.

A cet effet, j'ai taillé dans un lingot d'argent à 999 pour 1000, une série de barres qui ont été soigneusement recuites, puis laminées avec un nombre de passes différent pour chacune d'elles, de façon à leur communiquer des écrouissages croissants; elles ont été ramenées à la lime à avoir la même section, puis on a mesuré leur dureté, leur charge de rupture et leur allongement. Voici le résultat de l'expérience :

	Dureté.	Écrouissage.	Charge de rupture.	Allongement.
Métal recuit........	25	1	8,5	18,8
Métal écroui........	28	1,12	8,8	19,9
»	38	1,58	9,5	18,3
»	45	1,80	14,4	6,8
»	51	2,04	15	3,1
»	66	2,44	22	2

On voit que, des trois constantes étudiées, la dureté est la seule qui accuse les écrouissages faibles; les deux autres subissent, au contraire, une variation brusque quand l'écrouissage atteint une valeur déterminée.

J'ai montré, dans une précédente Note, que si l'on détermine avec deux appareils différents les duretés d'un même métal sous des états différents d'écrouissage, les nombres qu'on obtient pour une même lame avec les

deux appareils ont un rapport constant. L'écrouissage étant exprimé par le quotient de la dureté du métal essayé et du métal recuit, doit donc être indépendant des conditions dans lesquelles il a été mesuré. Voici les résultats que j'ai obtenus avec divers métaux en me servant de la pression de 1000^{kg} avec une bille de 10^{mm} ou de 30^{kg} avec la bille de 3^{mm}:

	Duretés.		Écrouissages.	
	30^{kg}.	1000^{kg}.	30^{kg}.	1000^{kg}.
Aluminium recuit..........	14	20,6	»	»
» écroui.........	26,1	39,1	1,87	1,99
» »	30,5	44,9	2,17	2,17
» »	21,3	30,3	1,48	1,46
Argent recuit..............	19,4	32,7	»	»
» écroui..............	45,8	75,2	2,35	2,30
» »	49,4	89,7	2,54	2,74
Bronze aluminium recuit....	53,2	77,1	1,25	1,17
» écroui...	67,4	90,9	»	»
Bronze cuivre recuit........	31,6	36,8	»	»
» écroui........	35,7	45	1,15	1,22

Ces nombres sont satisfaisants, étant donnée la limite d'exactitude de la détermination de la dureté.

Je me sers pour cette mesure de l'appareil suivant : j'ai fait adapter à la partie inférieure du plateau d'une balance une chasse pouvant recevoir une bille d'acier de diamètre connu (3^{mm}), ce plateau repose sur un trépied, on le charge avec des poids correspondant à la pression qu'on veut employer (30^{kg}).

Le métal à essayer est placé au-dessous de la bille, puis soulevé avec un levier de façon qu'il supporte à lui seul le poids des 30^{kg}. Au bout d'une quinzaine de secondes, on obtient une empreinte parfaitement nette : on mesure son diamètre en l'examinant au microscope avec un micromètre oculaire dont on a repéré à l'avance la valeur des divisions. On obtient des empreintes concordantes environ à $\frac{1}{50}$ près; on les multiplie et l'on prend la moyenne.

L'emploi des faibles pressions offre un autre avantage; il m'a permis de déterminer la dureté des métaux cassants, tels que le bismuth et l'antimoine, qui se brisent sous la pression de 1000^{kg}.

Je leur ai trouvé les duretés suivantes :

Bismuth........	4,6- 4,8
Antimoine.........................	58 -42

Le bismuth apparaît donc comme un des métaux les moins durs, comparable au plomb (4,4), dont il diffère par sa fragilité.

Quant à l'antimoine, il nous a donné des duretés variables, comprises entre les deux nombres relatés plus haut. Ces variations paraissent en rapport avec la texture du métal, les variétés à petits cristaux étant les plus dures.

PHYSICO-CHIMIE. — *Sur les différents modes de décomposition photochimique du glucose et du galactose suivant la longueur d'onde des radiations.* Note de MM. **Daniel Berthelot** et **Henry Gaudechon**, présentée par M. E. Jungfleisch.

Nous avons reconnu que, dans les décompositions par la lumière, la fréquence vibratoire des radiations joue un rôle parallèle à celui de la température dans les décompositions par la chaleur. Les rayons visibles et l'ultraviolet initial ($0^{\mu},4$ à $0^{\mu},3$) agissent comme une élévation de température modérée qui n'attaque que les corps les plus altérables; l'ultraviolet moyen ($0^{\mu},3$ à $0^{\mu},2$) produit, comme la température du rouge, les décompositions pyrogénées et les combustions totales des matières organiques; l'ultraviolet extrême enfin ($0^{\mu},2$ à $0^{\mu},1$) dissocie les composés les plus stables, tels que l'eau ou l'anhydride carbonique, comme font les très hautes températures.

De là ressort l'utilité de procéder méthodiquement avec des radiations de fréquences croissantes et de déterminer pour chaque réaction les premières radiations efficaces, c'est-à-dire le potentiel photochimique minimum nécessaire à une photolyse, comme on détermine le potentiel électrique minimum d'une électrolyse.

Nous avons entrepris cette étude pour les sucres. Il y a deux ans (*Comptes rendus*, t. 151, p. 395), nous avons établi que les rayons ultraviolets extrêmes différenciaient les sucres acétones dont le prototype est le lévulose et les sucres aldéhydes dont le prototype est le glucose, tant par la rapidité du dégagement gazeux que par la nature des gaz.

Depuis nous nous sommes attachés à préciser le début de la réaction. Nous avons montré (*Comptes rendus*, t. 155, p. 401) qu'elle commence pour tous les sucres cétoniques dans l'ultraviolet initial (ou solaire); bien que le lévulose ou le sorbose contiennent cinq fonctions alcooliques contre une fonction cétonique, cette dernière seule est d'abord attaquée, et le seul

gaz dégagé est l'oxyde de carbone. Mais quand on fait agir l'ultraviolet moyen, puis extrême, les fonctions alcooliques sont attaquées à leur tour, et l'on voit apparaître l'hydrogène, gaz dominant de la photolyse des alcools, l'anhydride carbonique, gaz consécutif à l'acidification de la solution, et enfin le méthane, gaz de dégradation photochimique avancée des composés organiques.

Nous allons voir que la décomposition du glucose et des sucres aldéhydiques suit une marche analogue. Elle commence avec l'ultraviolet moyen; entre $0^{\mu},30$ et $0^{\mu},25$, la fonction aldéhyde COH est seule gazéifiée et la photolyse donne exactement 2^{vol} d'oxyde de carbone pour 1^{vol} d'hydrogène; à ce stade les solutions restent neutres et ne réduisent pas à froid les liqueurs cuivrique ou argentique. Puis, sous l'action de vibrations plus rapides, les fonctions alcooliques sont entamées, la proportion d'hydrogène augmente et finit par dominer dans le mélange; en même temps les liqueurs s'acidifient et deviennent réductrices à froid, et il se dégage des doses croissantes de gaz carbonique et de méthane.

Nous avons opéré comme précédemment (*Comptes rendus*, t. 155, p. 401) avec des solutions aqueuses à 10 pour 100 en tube de quartz mince, à l'abri de l'air et, par suite, en dehors de toute intervention de l'oxygène.

Ultraviolet solaire. — Dans les solutions de *galactose* exposées en été, à Meudon où le spectre solaire s'étend par temps clair durant les six à sept heures du milieu du jour jusqu'à $0^{\mu},295$ et $0^{\mu},294$, on voit apparaître au bout de 6 semaines, en moyenne, une petite bulle qui croît régulièrement, mais lentement; 2^{cm^3} de solution en 3 mois donnent environ $0^{cm^3},06$ de gaz; le dégagement cesse à partir du 15 septembre environ, moment où le spectre solaire ne dépasse plus que peu de temps $0^{\mu},300$. On saisit donc, ici, avec précision les premiers rayons actifs. Par contre les solutions de *glucose* exposées 9 et 10 mois n'ont rien donné. Les deux isomères optiques, glucose et galactose, sont donc inégalement sensibles à la lumière.

Ultraviolet moyen de $0^{\mu},30$ à $0^{\mu},25$. — On a limité à $0^{\mu},25$ les radiations actives des lampes à mercure en quartz, au moyen d'un écran carré de verre de $0^{mm},14$ d'épaisseur (verre des lamelles de microscope) et de 10^{cm} de côté. Cet écran laisse passer l'ultraviolet sans affaiblissement sensible jusque vers $0^{\mu},295$. L'absorption atteint 0,1 pour la raie $0^{\mu},2805$; 0,2 pour $0^{\mu},2753$; 0,6 pour $0^{\mu},2653$; 0,9 pour $0^{\mu},2536$ et est presque totale vers $0^{\mu},245$. Des solutions de glucose et de galactose ont été placées à 10^{mm} d'une lampe en régime peu poussé; la température ne dépassait pas 55°. Au bout de quelques minutes les bulles de gaz se dégagent régulièrement; peu importe que la solution soit ou non en contact avec du mercure : au bout de 38 heures 2^{cm^3} de solution ont donné pour le glucose $0^{cm^3},42$ de gaz (formé de $0^{cm^3},28$ CO et $0^{cm^3},14$ H^2), et pour le galactose $0^{cm^3},79$ de gaz ($0^{cm^3},53$ CO et $0^{m},26$ H^2). Ici encore le galactose est plus sensible à la lumière que le glucose. Les solutions irradiées restent

limpides, incolores et neutres au tournesol; elles ne réduisent à froid ni l'azotate d'argent ammoniacal ni la liqueur de Fehling.

Ces mêmes résultats (2^{vol} CO pour 1^{vol} H^2, liqueurs neutres, non réductrices à froid) ont été retrouvées pour le mannose, sucre isomère du glucose et du galactose, ainsi que pour le maltose et le lactose.

L'apparition de gaz n'est donc pas consécutive à la formation d'acides dans la solution comme l'ont supposé quelques auteurs.

Ultraviolet moyen et extrême. — Nous avons réalisé trois régimes I, II, III, de plus en plus poussés, en utilisant sans interposition d'écrans : 1° une lampe Westinghouse, type 220 volts, en régime peu poussé (58 volts aux bornes), dont le rayonnement ultraviolet extrême est faible (la température des solutions à 12^{mm} de distance ne dépassait pas 55°); 2° une lampe Heræus, type 110 volts, en régime normal (80 volts aux bornes); les tubes étaient placés à 20^{mm} de la lampe et refroidis à 35° par des mèches de coton hydrophile arrosées par un filet d'eau; l'irradiation s'exerçait, dans ce cas, comme dans le précédent sur les liquides; 3° une lampe Heræus de 110 volts en régime poussé, obtenu en ajoutant une batterie de 20 volts au courant de 110 volts. La température des tubes placés à 15^{mm} s'élevait à 80°-90°, et l'irradiation s'exerçait en grande partie sur de la vapeur d'eau, circonstance favorable à la décomposition de l'eau en hydrogène et oxygène et aux oxydations consécutives; mais on a vérifié sur de l'eau pure que l'hydrogène ainsi dégagé ne représente qu'une faible fraction de l'augmentation de l'hydrogène total.

Dans tous ces cas, les liqueurs deviennent acides, et réduisent à froid la liqueur de Fehling, ainsi que l'azotate d'argent ammoniacal; l'acidité et le pouvoir réducteur croissent avec le régime ainsi que la proportion de H^2, de CH^4 et de CO^2. La composition des gaz dégagés est sensiblement la même pour les deux isomères.

	Régime I.				Régime II.				Régime III.			
	CO.	H^2.	CO^2.	CH^4.	CO.	H^2.	CO^2.	CH^4.	CO.	H^2.	CO^2.	CH^4.
Glucose...	43	46	9	2	29	58	8	5	10	62	18	10
Galactose..	44	44	12	0	25	58	12	5	13	65	16	6

CHIMIE MINÉRALE. — *Étude sur les sulfites doubles alcalins et de mercure.* Note de M. H. BAUBIGNY, présentée par M. H. Le Chatelier.

Comme l'oxyde d'argent et celui de cuivre, l'oxyde de mercure HgO donne un sulfite neutre et des complexes doubles alcalins de ce sel. Comme les sulfites d'argent et de cuivre, ceux de mercure ne jouissent que d'une stabilité relative. Facilement décomposables par la chaleur, ils donnent des sels mercureux, du moins en présence des chlorures, ou mettent même du métal en liberté; et si l'on prolonge quelque peu l'action de la chaleur, la totalité du mercure se sépare, ainsi que l'observait Berthier déjà en 1843.

A tout bien considérer, puisque l'acide dithionique se forme, lors de la décomposition des sulfites d'argent et de cuivre, à la suite de la réduction des oxydes de ces métaux, il semble donc *a priori* que les sulfites de mercure, tout au moins les sels doubles alcalins, doivent être d'excellents générateurs d'acide dithionique, puisque par réduction ils peuvent, comme les sels de cuivre, donner des sels d'oxydule, ou se transformer comme les sels d'argent en perdant leur métal lourd.

Péan de Saint-Gilles, qui a préparé et étudié le sulfite double de sodium et de mercure, $HgSO^3 + Na^2SO^3 + H^2O$, ne signale comme produits de décomposition de ce sel par l'action de l'eau bouillante que du sulfate de sodium, du gaz sulfureux et du mercure.

Divers et Shimidza confirment ces données.

Barth, enfin, qui a fait porter ses recherches spécialement sur les sulfites doubles de mercure et de potassium, de mercure et de sodium, tant au point de vue chimique qu'au point de vue physique (étude cryoscopique et conductibilité électrique) ne signale également, lors de leur décomposition par l'eau bouillante, que la formation de sulfate alcalin. Cette décomposition, dit-il, est terminée quantitativement en quelques minutes, et si par une ébullition prolongée du liquide on chasse le gaz sulfureux libre, on peut constater que la moitié de l'acide du sel a été transformée en acide sulfurique; $0^g,385$ du sel sodico-mercurique $HgSO^3 + Na^2SO^3 + H^2O$ lui ayant donné $0^g,2138$ de $BaSO^4$, alors que la théorie exige $0^g,2119$

$$Hg(SO^3)^2Na^2 + H^2O = Hg + Na^2SO^4 + SO^2 + H^2O.$$

Malgré ces données des divers auteurs, j'ai cru cependant utile de vérifier, par une recherche directe, si réellement il ne se forme pas d'acide dithionique, lors de la décomposition du sulfite de mercure, tout au moins de ses sels doubles alcalins, le cas le plus favorable, comme nous l'avons vu lors de l'étude des sels d'argent et de cuivre, car, par l'ébullition prolongée à laquelle Barth a soumis la liqueur pour chasser le gaz sulfureux libre, cet auteur a pu ainsi décomposer l'acide dithionique dont l'acide sulfurique est précisément un des termes de décomposition et dans la proportion trouvée.

Une autre raison qui m'a aussi conduit à étudier de préférence les sulfites doubles, est l'observation de Rammelsberg, qui a reconnu que les dithionates mercureux et mercurique, qu'il a cherché à préparer par action directe de l'acide sur les oxydes, sont très altérables et se détruisent avec formation d'acide sulfurique.

Comme sulfite double, j'ai choisi celui de sodium, le plus stable de tous, et que j'ai préparé selon le procédé de Péan de Saint-Gilles, en versant une solution de sublimé dans un excès de sulfite de sodium, ce qu'on réalise si, à la dissolution de 24^g de sulfite $Na^2SO^3 + 7H^2O$ (P.M. = 252) dans 60^{cm^3} d'eau, on ajoute celle de 6^g de sublimé $HgCl^2$ (P.M. = 271) également

dans 60^cm³ d'eau dégourdie. Dans le liquide parfaitement limpide abandonné à lui-même se forment, au bout de peu de temps, des cristaux dont la quantité s'accroît assez vite.

J'ai cru bon, avant tout, et à titre de contrôle, d'analyser ces cristaux. J'ai retrouvé la composition que leur avait assignée Péan de Saint-Gilles. Ce fait établi, j'ai alors procédé à l'étude des produits de décomposition du sel, en reprenant tout d'abord l'expérience de Barth, dont j'ai constaté la parfaite exactitude. En opérant comme cet auteur, on retrouve rigoureusement la moitié de l'acide du sulfite sous forme de sulfate de sodium dans la liqueur, sans trace d'acide dithionique.

Comme le sel est plus fixe en présence d'un excès de sulfite alcalin ainsi que l'ont signalé Péan de Saint-Gilles et Barth, j'ai voulu vérifier si, dans ces conditions, la décomposition étant moins précipitée, elle ne serait pas quelque peu modifiée avec formation d'acide dithionique. On peut en effet porter à 100° par immersion dans un B.M. la solution de 6^g de sublimé et de 24^g de sulfite de sodium, contenue dans un tube scellé, sans que la décomposition du sulfite double soit complète au bout de 2 heures, puisque le lendemain, au-dessus du mercure provenant de la réduction d'une portion notable du sel, s'étaient déposés des cristaux parfaitement incolores du sulfite double. Or, malgré cette décomposition ménagée, le liquide ne renfermait pas la plus petite quantité d'acide dithionique.

Restait à étudier la décomposition à froid. Si, en effet, à l'état sec et à l'abri de la lumière, tout comme au sein de la liqueur où il s'est formé en présence d'un excès de sulfite alcalin, le sulfite double de mercure et de sodium paraît stable à la température ordinaire (16°-18°), il n'en est pas de même pour la solution du sel pur. Sa décomposition s'y produit peu à peu avec dépôt de mercure et mise en liberté de gaz sulfureux, ainsi que le révèle l'odeur du liquide au bout de quelques jours.

A froid, dans ces conditions, même en présence du gaz SO^2, l'acide dithionique, s'il s'en produit, est stable. Il est dès lors aisé de vérifier sa présence.

L'expérience a été faite par deux fois, et la seconde fois en la prolongeant assez longtemps pour que la plus grande partie du sel fût décomposée. Or le liquide, purifié comme précédemment des acides sulfurique et sulfureux ainsi que de l'oxyde de mercure en alcalinisant puis traitant par un sel de baryum, n'a donné ensuite aucun précipité de sulfate de baryte par réacidification et ébullition prolongée. Cependant, par cette méthode, on peut

déceler de façon très nette l'acide dithionique dans une solution contenant moins de $\frac{1}{10000}$ de cet acide.

En effet, 50^{cm^3} d'eau acidulée par 2^{cm^3} d'acide chlorhydrique, additionnés d'un peu de chlorure de baryum et ne donnant lieu à aucun précipité à l'ébullition, se troublent en 2 ou 3 minutes avec formation finale d'un précipité très appréciable de $BaSO^4$, si l'on y ajoute à l'ébullition 5^{cm^3} d'une solution au millième, soit $0^g,005$ de dithionate de sodium cristallisé, $Na^2S^2O^6 + 2H^2O$.

J'ajouterai que quelques recherches faites avec le sel double de mercure et d'ammonium m'ont conduit à des résultats en tous points semblables. Mais je n'insisterai pas sur ces essais, puisque le mode opératoire était identique.

A l'encontre des sulfites doubles alcalins d'argent et de cuivre, qui, lors de leur décomposition, donnent naissance à des quantités importantes d'acide dithionique, dont la formation constitue même la phase principale du phénomène, les sels correspondants de mercure ne donnent pas la plus petite quantité d'acide dithionique dans les mêmes conditions.

Pour les sels doubles alcalins de mercure, le phénomène se limite simplement à la formation de sulfate alcalin avec mise en liberté du métal lourd et dégagement de gaz sulfureux, rigoureusement la moitié de l'acide en combinaison dans le composé; et l'identité de réaction, qu'*a priori* on pourrait supposer exister entre tous ces sels d'argent, de cuivre et de mercure, lors de leur décomposition, n'est qu'apparente.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'eau oxygénée sur le trithiényle.* Note de M. **Maurice Lanfry**, présentée par M. Haller.

Le trithiényle $C^4H^3S - C^4H^2S - C^4H^3S$ (qui serait plus exactement nommé dithiényl-thiophène) a été préparé, d'après la méthode de M. Ad. Renard, par réaction des vapeurs de soufre et de benzène à la température du rouge. Après purification convenable, il a été traité en solution acétique diluée et bouillante par de l'eau oxygénée commerciale à 10^{vol}.

Sous cette action oxydante, l'un des noyaux thiophéniques perd son atome de soufre. Puis la molécule fixe deux ou quatre atomes d'oxygène suivant l'intensité ou la durée de l'oxydation. On obtient ainsi deux composés $C^{12}H^8S^2O^2$ et $C^{12}H^8S^2O^4$ que, faute d'avoir pu déterminer leur constitu-

tion, à cause de la rareté du trithiényle ([1]), je désignerai simplement comme *dérivés dioxygéné* et *tétroxygéné du trithiényle*.

On obtient le *dérivé dioxygéné* à condition d'employer moins de 500^{cm^3} d'oxygène actif par gramme de trithiényle et de ne pas prolonger l'oxydation au delà de 30 minutes.

L'addition de 4^{vol} ou 5^{vol} d'eau à la liqueur acétique en précipite une poudre blanche cristalline qui, lavée à l'eau et séchée, est purifiée par dissolution dans le benzène. Il s'en sépare une très minime proportion d'un corps blanc à peu près insoluble, fusible vers 220°. La solution benzénique fournit par une seule cristallisation le dérivé dioxygéné suffisamment pur. On peut l'obtenir en prismes incolores assez volumineux par évaporation lente de la solution.

Il fond à 231°-233° (corr.) et se volatilise au delà de 300°. Il se sublime péniblement. Il est complètement insoluble dans l'eau, très peu soluble dans l'alcool, l'éther sulfurique, l'éther de pétrole, le sulfure de carbone, soluble dans le benzène, le chloroforme, l'acide acétique. Les alcalis aqueux sont sans action sur lui, même à l'ébullition. L'acide sulfurique à 66° Baumé est sans action à froid ; à 100° il le dissout. Il ne réagit ni avec l'isatine ni avec la phénanthrène-quinone.

L'analyse élémentaire et son poids moléculaire, déterminé par cryoscopie des solutions benzéniques, lui assignent la formule brute $C^{12}H^8S^2O^2$.

Le *dérivé tétroxygéné* s'obtient comme le précédent, en employant un minimum de 500^{cm^3} d'oxygène actif par gramme de trithiényle et prolongeant à 60 minutes la durée d'oxydation.

Il suffit de laisser refroidir la liqueur acétique pour obtenir le dérivé oxygéné en petits buissons blancs qui sont purs si le trithiényle était parfaitement privé de soufre, ce qui est d'ailleurs difficile à obtenir; le soufre apporté par le trithiényle cristallise avec le produit d'oxydation, qu'il faut alors purifier par cristallisations fractionnées de solutions acétiques.

En étendant d'eau la solution acétique débarrassée par filtration du dérivé tétroxygéné, on en précipite encore un mélange des dérivés dioxygéné et tétroxygéné; ce mélange est d'autant plus pauvre en dioxygéné que l'oxydation a été plus prolongée. Le rendement en tétroxygéné peut atteindre 90 pour 100 du poids de trithiényle employé.

Ce corps, dont la formule brute $C^{12}H^8S^2O^4$ a été déterminée par analyse élémentaire et cryoscopie des solutions naphtaléniques, est déjà connu. Il a

---

([1]) La méthode employée pour sa préparation en fournit à peine 0,5 pour 100 du poids de benzène mis en œuvre.

été isolé par M. Ad. Renard, qui l'a obtenu par oxydation du trithiényle au moyen d'acide nitrique fumant à 150° ou d'acide chromique en solution acétique ([1]).

Ses propriétés sont bien telles qu'elles ont été décrites, à l'exception du point de fusion, situé vers 338° et non à 312°-313°. Le produit obtenu par M. Renard contenait encore une minime proportion de soufre libre.

Contrairement à ce que me faisait supposer l'exemple des dérivés S-oxygénés des autres hydrocarbures thiophéniques, le dérivé tétroxygéné du trithiényle ne fixe de brome ni à froid ni à chaud. Ce réactif le laisse complètement inaltéré, alors qu'il donne un produit d'addition et un produit de substitution avec le trithiényle lui-même.

M. Ad. Renard a pensé que la formule du dérivé tétroxygéné « peut être représentée de la façon suivante :

$$C^4H^3S - O - C^4H^2(O^2) - O - C^4H^3S. »$$

Sans être à même de remplacer cette formule par une autre qui soit bien établie, je ne pense pas cependant qu'elle doive être adoptée. Il n'y a aucune raison de supposer entre les trois noyaux, déjà unis par les carbones, une nouvelle liaison par l'intermédiaire des atomes d'oxygène.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'acide formique sur les triarylcarbinols.* Note de MM. **A. Guyot** et **A. Kovache**, présentée par M. Haller.

Nous avons montré dans une première Note ([2]) que les triarylcarbinols se réduisent quantitativement par simple ébullition avec de l'acide formique cristallisable, conformément à l'équation suivante :

$$\begin{matrix} R \searrow \\ R - C - OH \\ R \nearrow \end{matrix} + H - CO^2H = \begin{matrix} R \searrow \\ R - C - H \\ R \nearrow \end{matrix} + CO^2 + H^2O.$$

En soumettant à l'action de l'acide formique d'autres molécules renfermant divers groupements réductibles, nous avons reconnu depuis que cette réaction est *rigoureusement spécifique* de la fonction triarylcarbinol.

Il devenait dès lors intéressant de rechercher si cette réaction présentait le caractère de généralité et de précision que faisaient entrevoir nos pre-

([1]) *Comptes rendus*, t. 112, 1891, p. 49.
([2]) *Comptes rendus*, t. 154, p. 121.

miers essais, car, dans ces conditions, elle nous permettait de créer une méthode de dosage de la fonction triarylcarbinol offrant, par simple mesure de la quantité d'acide carbonique dégagé au cours de la réduction, le même degré d'exactitude que le dosage du carbone dans une combustion organique.

Pour établir cette généralité, nous nous sommes adressés aux types de carbinols les plus divers tels que naphtyldiphénylcarbinol, phénylxanthydrol, naphtylxanthydrol, diphénylène-phénylcarbinol, diphénylène-anisylcarbinol, diphénylène naphtyl-carbinol, carbinols anthracéniques, etc., et bien que notre travail ne soit pas entièrement terminé, nous tenons à présenter dès maintenant les nouveaux résultats obtenus, en raison de la publication, postérieure à notre première Communication, d'un Mémoire de MM. Kauffmann et Pannwitz ([1]) sur le même sujet.

D'une façon générale, toutes ces molécules chauffées avec de l'acide formique cristallisable se réduisent en dégageant de l'acide carbonique, mais dans un grand nombre de cas, la réaction n'est pas quantitative, quelles que soient la concentration de l'acide formique employé et la température à laquelle on opère.

Toutefois, en faisant varier les diverses conditions expérimentales, nous avons reconnu que si l'on *effectue la réduction de l'un quelconque des carbinols examinés avec de l'acide formique préalablement additionné d'une certaine quantité de formiate de soude anhydre, la transformation en dérivé méthanique est intégrale et le poids d'acide carbonique dégagé concorde rigoureusement avec celui exigé par l'équation de réduction.*

Les exemples suivants sont suffisamment démonstratifs.

Exemples. — I. $0^g,9759$ de diphénylène-phénylcarbinol, après 3 heures d'ébullition avec 30^{cm^3} d'acide formique cristallisé, ont donné $0^g,0307$ d'acide carbonique, soit 18,45 pour 100 de la théorie.

$0^g,8542$ du même produit, après 3 heures d'ébullition avec 30^{cm^3} d'acide formique cristallisé, additionné de 8^g de formiate de soude, ont donné $0^g,1456$ d'acide carbonique, soit 100 pour 100 de la théorie.

II. $0^g,8245$ de phénylxanthydrol, après 8 heures d'ébullition avec 30^{cm^3} d'acide formique cristallisé, ont donné $0^g,1146$ d'acide carbonique, soit 86,93 pour 100 de la théorie.

$0^g,8587$ du même produit, après 1 heure d'ébullition avec 30^{cm^3} d'acide formique cristallisé, additionné de 10^g de formiate de soude, ont donné $0^g,1372$ d'acide carbonique, soit 99,5 pour 100 de la théorie.

([1]) *D. ch. G.*, t. XLV, 1912, p. 766.

Il est bien difficile jusqu'alors d'expliquer l'action du formiate alcalin; ce dernier n'intervient certainement pas comme catalyseur, puisqu'il faut en employer une quantité relativement considérable (8 à 12 fois le poids du carbinol). D'autre part, lorsqu'on opère en l'absence du formiate, on observe dès la température ordinaire, la formation de produits de déshydratation qui échappent à l'action réductrice de l'acide formique même bouillant.

L'α-naphtyldiphénylcarbinol en fournit un exemple particulièrement net : il suffit de l'agiter pendant quelques heures à froid, avec de l'acide formique cristallisable, pour le transformer, avec un excellent rendement, en phénylchrysofluorène déjà préparé par Ullmann par une autre voie (¹).

$$\text{C—OH} = H^2O + \text{C—H}$$

Avec le diphénylène-phénylcarbinol et ses homologues, l'acide formique concentré et froid donne naissance à des produits amorphes; leur état ne nous a pas permis de les obtenir absolument purs et, par suite, de nous prononcer d'une façon certaine sur leur constitution; cependant leur analyse et le fait qu'ils régénèrent partiellement, par hydrolyse au contact de l'acide sulfurique concentré, le carbinol primitif, semblent établir que nous sommes en présence d'éthers-oxydes du type

$$\begin{matrix} R \\ R \\ R \end{matrix}\!\!>\!C - O - C\!<\!\!\begin{matrix} R \\ R \\ R \end{matrix}$$

dont Bistrzycki et Herbst (²) ont déjà décrit plusieurs représentants.

Tous ces faits prouvent nettement que le formiate alcalin, en diluant l'acide formique, s'oppose à son action déshydratante.

(¹) *D. ch. G.*, t. XXXVIII, 1901, p. 2213.
(²) *D. ch. G.*, t. XXXIV, 1901, p. 3075.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques nouveaux dérivés de la phénylisoxazolone.* Note de M. **André Meyer**, présentée par M. E. Jungfleisch.

La *phénylisoxazolone* se condense avec les *aldéhydes cycliques* dans des conditions indiquées précédemment, en commun avec M. Wahl, pour donner une nouvelle série de matières colorantes, dont le *chromogène* est la *benzal-phénylisoxazolone* (I) (¹).

$$C^6H^5-C\ldots C=CH-C_6H_5 \quad (N, O, CO)$$

(I)

M'étant proposé d'étudier les relations entre la couleur et la constitution des dérivés de la phénylisoxazolone, j'ai préparé, au cours de mes recherches, quelques nouveaux représentants du type ci-dessus. Ces colorants sont les suivants :

La *p.-méthylbenzalphénylisoxazolone* ou *p.-toluylène-phénylisoxazolone* (4') $CH^3.C^6H^4.CH = C^9H^5O^2N$ cristallise de l'alcool en fines aiguilles jaune soufre, fondant à 177°-178° (déc.). Sa solution dans l'acide sulfurique concentré est jaune foncé.

La *cuminal-phénylisoxazolone* $(CH^3)^2CH.C^6H^4.CH = C^9H^5O^2N$ cristallise de l'acide acétique en belles lamelles jaune d'or brillantes, semblables à de l'iodure de plomb, très peu solubles à froid dans l'alcool ou l'acide acétique, fusibles à 147°-148°. Sa solution sulfurique est jaune foncé.

L'*orthonitrobenzal-phénylisoxazolone* (2') $NO^2.C^6H^4.CH = C^9H^5O^2N$ constitue de fines aiguilles jaune très clair, peu solubles dans l'alcool bouillant, beaucoup mieux dans l'acide acétique, solubles en jaune clair dans SO^4H^2, fondant à 132°-133°.

La *métanitrobenzal-phénylisoxazolone* cristallise de l'acide acétique en petits cristaux jaune foncé; très peu soluble dans l'acide acétique, elle fond à 138°-139° et se dissout en jaune dans SO^4H^2.

La *paranitrobenzal-phénylisoxazolone* fond à 179°-180°. Elle s'obtient en fines aiguilles enchevêtrées jaune clair, se dissolvant en jaune dans l'acide sulfurique.

(¹) A. Wahl et André Meyer, *Comptes rendus*, t. 146, p. 638.

Ces trois derniers produits se préparent par condensation des aldéhydes correspondantes avec la phénylisoxazolone, en solution acétique en présence de HCl.

L'*o.-méthoxybenzal-* ou *o.-anisal-phénylisoxazolone*

$$(2')CH^3O.C^6H^4.CH = C^9H^5O^2N$$

fond à 165°-166° (déc.). Ce composé se présente en petits prismes jaune foncé; sa solution sulfurique est colorée en rouge orangé foncé.

L'*orthovanillinydène-* ou (2') *oxy-*(3') *méthoxy-benzal-phénylisoxazolone* $(2')(OH)(3')(OCH^3)C^6H^3.CH = C^9H^5O^2N$, forme de longues et fines aiguilles jaune paille, fondant à 180°-181° (déc.), peu solubles dans l'alcool et l'acide acétique; leur solution sulfurique est rouge grenat foncé; les alcalis dissolvent ce corps en rouge violet.

La (2'-4')-*dioxybenzal* ou *résorcylidène-phénylisoxazolone*

$$(2'\text{-}4')(OH)^2.C^6H^3.CH = C^9H^5O^2N,$$

très peu soluble dans les solvants usuels, se présente sous forme de fines aiguilles jaune foncé, se décomposant vers 280°; elle se colore en rouge au contact des alcalis, qui la dissolvent en jaune orangé; la solution sulfurique est jaune foncé.

La (3'-4')-*dioxybenzal-phénylisoxazolone*

$$(3'\text{-}4')(OH)^2.C^6H^3.CH = C^9H^5O^2N$$

cristallise de l'acide acétique ou de l'alcool, en feuillets ou en petits cristaux brun marron, à reflets métalliques, se décomposant à 202°-203°. Les alcalis donnent une solution rouge violet foncé, l'acide sulfurique une solution rouge bordeaux foncé. Ce corps teint les bandelettes mordancées de Scheurer-Brylinski en nuances suivantes : Fe, brun chocolat; Ti, rouge brun; Al, Zr, Th, rouge orangé; Cr, Bi, Y, rougeâtre; Pb, Gl, Ce, rose; Sn, jaune orangé.

Avec une aldéhyde diatomique, par exemple l'*aldéhyde isophtalique*, il se forme, en milieu acétique, l'*isophtalylidène-bis-phénylisoxazolone* $C^6H^4[CH = C^9H^5O^2N]^2(1.3)$: ce produit constitue de fines aiguilles jaune clair, fondant à 212°-213°, solubles en jaune dans SO^4H^2.

L'*acétylsalicylidène-phénylisoxazolone*

$$(2')CH^3.CO.O.C^6H^4.CH = C^9H^5O^2N$$

est le produit d'acétylation de la salicylidène-phénylisoxazolone. Recris-

tallisé de l'acide acétique, il constitue de petits cristaux jaune clair, fusibles à 142°-143°, solubles en rouge orangé dans SO^4H^2.

On peut dégager de l'ensemble de cette étude quelques remarques. Je les résumerai brièvement.

1° Les colorants à fonction phénol libre sont d'une nuance plus foncée que leurs éthers. Par exemple, l'*anisalphénylisoxazolone* est moins colorée que le dérivé *oxy* correspondant. L'*acylation* abaisse beaucoup plus le ton que la méthylation;

2° La position des *auxochromes* OH a une influence sur la nuance : les dérivés *ortho* sont en général moins colorés que les dérivés *para*. L'*o.-vanilline* fournit un dérivé *jaune clair*, l'isomère *para* est *jaune orangé*. Mais, en ce qui concerne les solutions sulfuriques et alcalines, ce sont les dérivés *ortho* dont la coloration est le plus foncé; dans l'exemple précédent, le dérivé *ortho* se dissout en *rouge grenat* dans SO^4H^2 et en *violet rouge* dans les alcalis, le *para* en *orangé* dans SO^4H^2, en *rouge clair* dans les alcalis;

3° Des trois dérivés nitrés, le *méta* est le plus coloré; l'*ortho*, le moins.

La cause de la coloration doit être attribuée à la présence, dans la molécule, du complexe *chromophore* $CO - C = C$, le groupe CO faisant partie d'une chaîne hétérocyclique pentagonale. Ce caractère se retrouve dans plusieurs séries de colorants, engendrés également par condensation de molécules méthyléniques avec les aldéhydes. Ce sont en particulier les dérivés de la *pyrazolone*, dont la constitution est comparable à celle de l'*isoxazolone*, les *indogénides* (BAEYER, *D. ch. G.*, t. XVI, p. 2196), les *oxindogénides* et les *iso-oxindogénides* (KOSTANECKI), les *iso-indogénides* (WAHL et BAGARD, *Comptes rendus*, t. 149, p. 132), les *thio-indogénides* (FRIEDLAENDER, *M.*, t. XXX, p. 347), etc.

Pour rappeler cette communauté de chromophore, je propose de désigner les dérivés de l'isoxazolone par le terme d'*isoxazol-indogénides :* cette extension sera légitime, en admettant, avec Tambor, l'expression d'*indogénides de la série du pyrazol*, relative aux dérivés de la pyrazolone (*D. ch. G.*, t. XXXIII, p. 864).

Les *méthylisoxazol-indogénides*, étudiées par Schiff et ses élèves, présentent des colorations peu différentes de celles des homologues phénylés.

Les *pyrazol-indogénides* sont colorées du rouge orangé au violet, alors que les *isoxazol-indogénides* correspondantes sont jaunes ou orangées. Le remplacement de l'oxygène dans la chaîne hétérocyclique par un groupe iminé produit donc une modification profonde de la nuance. Enfin, les

isoxazol-indogénides paraissent posséder des colorations assez voisines de celles des *iso-oxindogénides* de Kostanecki et ses élèves (*D. ch. G.*, t. XLII, p. 835) : ces deux classes de composés possèdent une constitution jusqu'à un certain point comparable.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur les méthodes de dosage des saponines.* Note de M[lle] **Marie Korsakoff**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Dans le but d'étudier le rôle physiologique que jouent les saponines dans les plantes, j'ai été amenée à faire des recherches comparatives sur les différentes méthodes qui ont été proposées pour le dosage de ces glucosides.

La méthode la plus répandue est celle qui a été établie par Christophson et qui fut employée après quelques modifications par Schulz, Kruskal, Dragendorff, etc. Cette méthode est basée sur la précipitation de la saponine à l'état de combinaison barytique; le précipité obtenu est pesé après dessiccation, puis calciné, et le résidu est pesé à son tour. La différence existant entre les résultats obtenus dans les deux pesées successives représente la quantité de saponine qui se trouvait dans le précipité. Ou bien encore la combinaison barytique de saponine est dédoublée, la saponine est hydrolysée et la sapogénine mise en liberté est ensuite pesée. De la quantité de sapogénine trouvée on déduit la quantité de saponine correspondante.

Une seconde méthode, qui a été employée par Kruskal, est basée sur la formation d'une combinaison magnésienne de saponine; l'alcool bouillant enlève à cette combinaison instable le glucoside qu'elle contient; par refroidissement, la saponine, soluble dans l'alcool bouillant et insoluble dans l'alcool froid, se précipite. Le glucoside est reçu sur un filtre taré, séché et pesé.

Il m'a paru intéressant de comparer les résultats qu'il est possible d'obtenir à l'aide de ces méthodes. Mes premières recherches ont été faites avec la saponine de Merck, purifiée à cinq reprises successives par dissolution dans l'alcool bouillant et précipitation à froid.

Une partie de cette saponine a tout d'abord été hydrolysée à l'autoclave à 105°, pendant une heure, en présence d'acide sulfurique employé dans la proportion de 3 pour 100; le glucose formé pendant cette hydrolyse a ensuite été dosé dans la liqueur par la méthode de Bertrand. Il a ainsi été constaté que le glucoside employé fournissait 60,16 pour 100 de glucose à l'hydrolyse.

Dans les expériences suivantes le dosage de la saponine a été fait par titrage du glucose formé après l'hydrolyse, comme l'a proposé R. Combes.

2g de saponine ont été pris pour chaque dosage. Dans trois expériences successives, les 2g de glucoside ont été dissous dans l'eau, la solution a été traitée par l'eau de baryte saturée pour précipiter la saponine, le précipité a été séparé par filtration et la combinaison barytique de saponine a été décomposée. La baryte mise en liberté a été séparée au moyen de l'acide sulfurique, puis la saponine a été hydrolysée. Le glucose formé pendant l'hydrolyse a ensuite été dosé. Les quantités de glucose trouvées à la fin des trois expériences correspondaient aux quantités suivantes de saponine : 1g,125, 1g,0936 et 1g,0969. Une proportion importante de saponine avait donc échappé au dosage dans chacune des trois expériences. D'ailleurs, il a été constaté que le filtrat obtenu au moment de la séparation du précipité constitué par la combinaison barytique de saponine donnait naissance, après hydrolyse en présence d'acide sulfurique, à des quantités appréciables de glucose et renfermait par conséquent de la saponine non précipitée.

Il résulte donc de ces expériences que la méthode de dosage de la saponine, basée sur l'emploi de la baryte, ne permet pas d'obtenir des résultats exacts, car une partie de la saponine est perdue au cours des manipulations. Cette cause d'erreur n'est d'ailleurs pas la seule que présente cette méthode, il en existe une autre qui se trouve mise en évidence dans l'expérience suivante :

La technique basée sur l'emploi de la baryte a été appliquée au dosage de la saporubrine dans la racine de *Saponaria officinalis*, en opérant, en même temps, par titrage du glucose et par titrage de la sapogénine formés après hydrolyse de la combinaison barytique de saporubrine. Les résultats obtenus sont les suivants :

Poids sec de la racine de *Saponaria officinalis* employé : 10g,517.

Quantité de sucre formé pendant l'hydrolyse du précipité obtenu par la baryte, exprimée en glucose : 0g,461.

Quantité de sapogénine mise en liberté pendant cette même hydrolyse : 0g,153.

Saporubrine, calculée d'après le titrage effectué par le sucre : 0g,73, c'est-à-dire 6,93 pour 100 du poids sec de la racine.

Saporubrine, calculée d'après le titrage effectué par la sapogénine : 0g,4787, c'est-à-dire 4,55 pour 100 du poids sec de la racine.

Les résultats obtenus par titrage du sucre sont donc supérieurs à ceux obtenus par titrage de la sapogénine. Par conséquent, la baryte a précipité autre chose que la saponine, probablement de la lactosine qui se trouve en abondance dans la racine de *Saponaria officinalis* et qui a formé, en même temps que la saporubrine, du sucre au cours de l'hydrolyse. On voit donc que la méthode de dosage de la saponine, basée sur l'emploi de la baryte, donne des résultats inexacts :

1° Parce que la baryte ne précipite pas la totalité des saponines (expérience faite avec la saponine de Merck);

2° Parce que la baryte précipite d'autres substances que la saponine (expérience faite avec la racine de *Saponaria officinalis*).

Quant à la méthode de dosage de la saponine consistant en la préparation d'une pâte de magnésie, suivie d'un épuisement de cette pâte au moyen de l'alcool bouillant et de la précipitation de la saponine par refroidissement de la solution alcoolique, elle présente également une cause d'erreur résultant du fait que la saponine n'est pas complètement insoluble dans l'alcool froid. $0^{g},10$ de saponine de Merck, purifiée comme il a été indiqué plus haut, ont été dissous à chaud dans de l'alcool à 95°. Après refroidissement de la solution alcoolique, le poids de la saponine déposée a été trouvé égal à $0^{g},035$. Une partie importante de la saponine était donc restée en solution dans l'alcool froid.

Les méthodes dont il vient d'être question ne pouvant pas donner de résultats sur lesquels on puisse compter, j'ai cherché à établir pour mes recherches un procédé de dosage qui soit susceptible de fournir des résultats plus exacts. La technique à laquelle je me suis arrêtée et que j'ai utilisée dans mon étude sur le rôle physiologique des saponines chez les végétaux est basée : 1° sur la propriété que possèdent les saponines de former une combinaison instable avec la magnésie; 2° sur la solubilité des saponines dans l'alcool à 80° bouillant; 3° sur l'insolubilité de ces glucosides dans le mélange d'alcool et d'éther; 4° sur la pesée de la sapogénine résultant de l'hydrolyse des saponines.

La plante à étudier est tout d'abord séchée, puis pulvérisée finement, la poudre obtenue est épuisée plusieurs fois par l'alcool à 60° bouillant. Après filtration de la liqueur alcoolique, l'alcool est éliminé par distillation, et le résidu est évaporé au bain-marie, avec de la magnésie calcinée. La pâte magnésienne est pulvérisée, puis épuisée par l'alcool à 80° bouillant; on filtre, on précipite par l'éther, on dissout le précipité formé dans une solution d'acide sulfurique à 3 pour 100 et l'on opère l'hydrolyse par chauffage à l'autoclave à 105° pendant une heure. La sapogénine mise en liberté est enfin lavée jusqu'à réaction neutre des eaux de lavage, on la dissout dans l'alcool absolu, on évapore l'alcool et l'on pèse la sapogénine. Du poids de la sapogénine obtenue, on déduit le poids de la saponine correspondante.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence de la lumière sur la transpiration des feuilles vertes et des feuilles sans chlorophylle.* Note de M. **Leclerc du Sablon**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Dans une précédente Note (11 décembre 1911), j'ai montré que l'action de la lumière solaire sur la transpiration était bien moindre pour les plantes grasses que pour les plantes vertes ordinaires ; j'ai été amené à en conclure que l'accroissement de la transpiration des plantes vertes au soleil ne devait pas être attribué à l'action des radiations sur la chlorophylle mais à l'augmentation de perméabilité des membranes protoplasmiques. L'étude des plantes panachées apporte un nouvel argument à l'appui de cette manière de voir. Certaines variétés panachées portent quelques feuilles complètement dépourvues de chlorophylle ; j'ai comparé ces feuilles, au point de vue de la transpiration, soit aux feuilles panachées de la même variété, soit aux feuilles complètement vertes de la même espèce.

Les feuilles étaient pesées aussitôt après la récolte, puis la base du pétiole était maintenue dans un petit tube renfermant de l'eau surmontée d'une couche d'huile. La perte du poids de l'ensemble de la feuille et du tube donnait ainsi le poids de la vapeur d'eau dégagée par la feuille. La transpiration a été étudiée, de cette façon, dans les conditions suivantes. Des feuilles comparables sont placées : 1° en plein air, les unes au soleil et les autres à l'ombre d'un écran, de façon que les conditions autres que l'éclairement et la température soient aussi égales que possible ; 2° sous une cloche dont l'atmosphère était desséchée par du chlorure de calcium, les unes à la lumière diffuse, les autres à l'obscurité, la température étant égale dans les deux cas.

Les tableaux qui suivent indiquent, pour chaque expérience, le poids de la plante, la durée pendant laquelle la transpiration a eu lieu, la température, le poids de la vapeur dégagée pendant une heure par 100^g de feuilles et le rapport des intensités transpiratoires des deux lots de feuilles comparés. J'ai opéré avec des feuilles de *Pelargonium zonale*, *Hedera Helix* (Lierre), *Evonymus Japonicus* (Fusain), *Ligustrum lucidum* (Troëne), *Buxus sempervirens* (Buis), *Acer Negundo* (Érable). Toutes ces espèces ont donné des résultats du même ordre; je ne citerai que quelques expériences relatives à des feuilles complètement blanches et à des feuilles panachées dont le limbe était complètement vert, sauf suivant une bande périphérique large de 3^{mm} ou 4^{mm}.

		Poids.	Durée.	Température.	Transpiration.	Rapport.
		25 juillet (*Pelargonium*).				
		g	h m	°	g	
Feuilles panachées	soleil..........	2,048	2.30	24	21,0	1,48
	ombre..........	1,815	»	22	14,2	
Feuilles blanches	soleil..........	2,607	2.30	24	22,6	1,41
	ombre..........	1,589	»	22	16,0	
		27 juillet (*Pelargonium*).				
Feuilles panachées	soleil..........	1,905	1. 0	30	52,1	1,95
	ombre..........	1,887	»	25	26,6	
Feuilles blanches	soleil..........	1,100	1. 0	30	33,0	1,70
	ombre..........	0,515	»	25	19,4	
		8 juillet (*Pelargonium*).				
Feuilles panachées	lumière diffuse.	1,320	2.30	23	6,5	1,14
	obscurité......	1,790	»	»	5,7	
Feuilles blanches	lumière diffuse.	1,619	2.30	23	8,2	1,78
	obscurité......	1,224	»	»	4,6	
		6 juillet (Lierre).				
Feuilles panachées	lumière diffuse..	0,470	3.45	23	15,5	2,62
	obscurité......	0,695	»	»	5,9	
Feuilles blanches	lumière diffuse.	0,762	3.45	23	7,2	1,94
	obscurité......	0,710	»	»	3,7	

On voit, d'après ces nombres, que l'influence des radiations solaires sur la transpiration est du même ordre pour les feuilles qui ont de la chlorophylle et pour celles qui n'en ont pas. On ne peut donc pas dire que l'augmentation de la transpiration au soleil est due essentiellement à l'absorption des radiations par la chlorophylle. Cette absorption a bien lieu dans une certaine mesure et peut élever la température intérieure des feuilles au-dessus de la température marquée par le thermomètre placé à côté. D'après les mesures que j'ai faites, cette différence n'est pas grande et ne peut entraîner qu'une faible augmentation de la transpiration.

La cause principale de l'influence de la lumière sur la transpiration existe aussi bien dans les feuilles blanches, étudiées plus haut, que dans les feuilles vertes. On doit la chercher dans les variations de perméabilité de la membrane protoplasmique. On sait, en effet, et j'ai vérifié le fait par des expériences directes faites avec des matières colorantes, que la perméabilité des membranes est augmentée par la lumière et par la chaleur. Mais toutes

les membranes ne sont pas également influencées. Les membranes des feuilles vertes, où les échanges gazeux sont intenses, deviennent beaucoup plus perméables que les membranes des tissus dépourvus de chlorophylle, tels que ceux des Champignons ou ceux des plantes développées à l'obscurité. Les feuilles blanches des variétés panachées ne diffèrent des feuilles vertes que par l'absence de chlorophylle; leurs membranes ont conservé les mêmes propriétés que dans les feuilles vertes.

Les expériences faites à la lumière diffuse et à l'obscurité concordent avec celles qui ont eu lieu au soleil et à l'ombre. La transpiration est plus forte à la lumière diffuse qu'à l'obscurité, aussi bien pour les feuilles blanches que pour les feuilles vertes. Comme dans le cas des expériences au soleil, les différences individuelles sont grandes; il faut de plus avoir soin, surtout lorsqu'on opère à la lumière diffuse, de n'employer que des feuilles blanches qui viennent d'être récoltées, car leur sensibilité à la lumière disparaît rapidement.

L'intensité de la transpiration des plantes est donc surtout réglée par le degré de perméabilité des membranes protoplasmiques. On a été amené, à la suite de Wiesner, à exagérer le rôle de la chlorophylle parce que, dans la plupart des cas, l'augmentation de perméabilité sous l'influence de la lumière est beaucoup plus forte dans les organes verts que dans les autres. Les feuilles blanches des variétés panachées séparent deux causes: présence de la chlorophylle et sensibilité des membranes à la lumière, qui sont ordinairement réunies; on peut ainsi attribuer à chacune d'elles la part d'effet qui lui revient.

HYDRAULIQUE AGRICOLE. — *Calcul du débit des petites rigoles et des caniveaux.* Note de M. **Ringelmann**, présentée par M. A. Müntz.

Pour les petites rigoles d'irrigation ou de colature et pour les caniveaux d'écoulement des eaux de lavage et des purins, on ne peut utiliser les diverses formules d'Hydraulique adoptées pour les canaux, et dans lesquelles la vitesse moyenne v est liée à un coefficient m et à la racine carrée du produit du rayon moyen R par la pente I par mètre :

$$v = m\sqrt{\mathrm{RI}}.$$

Les modifications incessantes du profil en travers de ces rigoles et caniveaux, donnent naissance à de nombreux remous et tourbillons constituant des résistances passives à l'écoulement de l'eau; les expériences montrent

que la formule précédente est inapplicable, son coefficient *m* étant surtout influencé par le débit.

Il en est de même lorsque l'eau ruisselle en couche relativement mince sur une prairie irriguée : pour la même pente, la vitesse moyenne d'écoulement de la couche d'eau augmente avec le débit, car le frottement des filets liquides sur le sol est bien plus élevé que le frottement de l'eau sur l'eau.

Nos expériences ont porté sur un caniveau pavé, à parois pratiquement imperméables, présentant une pente de $51^{mm},8$ par mètre.

On a fait varier le volume d'eau débité par seconde, de $0^{l},0013$ à $2^{l},439$, et ce débit était mesuré au compteur.

La vitesse d'écoulement à la surface, qui était mesurée sur une longueur de 10^{m}, a varié de $0^{m},113$ à $0^{m},963$ par seconde; pour chaque débit il a été fait cinq mesures qui ont donné des résultats ne présentant entre eux que de très faibles écarts.

En cherchant à relier les vitesses observées à la surface et les vitesses moyennes calculées d'après le débit et la section; puis en reliant les vitesses moyennes avec la pente et le rayon moyen (c'est-à-dire d'après les sections d'écoulement et les périmètres mouillés, mesurés), nous croyons proposer, pour le cas qui nous occupe, la relation très simple suivante de la vitesse moyenne d'écoulement V, en fonction de la pente I par mètre, du rayon moyen R et d'un coefficient *k* calculé d'après nos résultats d'expériences :

$$V = kRI.$$

Le Tableau suivant résume ces résultats :

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Débit mesuré (en dm^3 p. sec.)	0,0013	0,056	0,160	0,354	0,847	2,439
Section moyenne d'écoulement mesurée (en mm^2)	60	627,66	1353,5	2520,0	4273,3	5875,0
Périmètre mouillé mesuré (en mm)	43	124,0	211,5	311,0	413,0	483,0
Rayon moyen R, calculé	1,395	5,056	6,414	8,10	10,34	12,163
Vitesse moyenne d'écoulement calculée (m p. sec.)	0,0216	0,0893	0,1182	0,1404	0,1982	0,4160
Vitesse d'écoulement à la surface, mesurée, moyenne de cinq constatations (en m p. sec.)	0,113	0,236	0,324	0,451	0,583	0,963
Rapport alculé de $\frac{\text{vitesse moyenne}}{\text{vitesse à la surface}}$	0,191	0,378	0,364	0,311	0,339	0,431
Coefficient *k*, calc. $k = \frac{\text{vitesse moy.}}{\text{RI}}$	0,300	0,3402	0,3554	0,3336	0,3696	0,6604

Moyennes du coefficient *k* pour les séries II, III, IV et V..... 0,3494

La série I correspond à un ruissellement insignifiant dont le calcul ne présente pas d'intérêt pratique.

La série VI correspond à un débit exagéré qu'on ne demande que rarement à ces rigoles et caniveaux, alors qu'en pratique ce sont les séries II, III, IV et V qui intéressent le plus souvent.

Pour les séries II, III, IV et V, on voit, par le Tableau ci-dessus, que pour une même pente :

Le débit par seconde varie de $0^{l},056$ à $0^{l},847$, c'est-à-dire dans le rapport de 1 à 15,12;

La vitesse moyenne d'écoulement par seconde varie de $0^{m},089$ à $0^{m},198$, c'est-à-dire dans le rapport de 1 à 2,22;

Le rayon moyen varie de 5,05 à 10,34, c'est-à-dire dans le rapport de 1 à 2,04;

Le rapport entre la vitesse moyenne et la vitesse à la surface varie de 0,311 à 0,378, c'est-à-dire dans le rapport de 1 à 1,215, avec une moyenne de 0,348;

Le coefficient k, que nous proposons, varie de 0,3336 à 0,3696, c'est-à-dire dans le rapport de 1 à 1,10, avec une moyenne de 0,3494; soit, en chiffres ronds, 0,35.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Recherches sur l'urée.* Note de M. **R. Fosse**, présentée par M. E. Roux.

L'urée est-elle produite uniquement par les animaux?

Signalée jusqu'ici seulement dans quelques champignons (Bamberger et Landsiedl, Gaze, Goris et Mascré) elle existe cependant, quoique souvent en minime quantité, dans bien d'autres végétaux, ainsi qu'il résulte des investigations que nous poursuivons depuis plusieurs années.

Expérience. — Le suc de 10^{kg} de feuilles de *Cichorium endivia* (endives), soigneusement lavées, traité par $\frac{1}{1000}$ d'acide acétique, filtré, est distillé au bain d'eau sous pression réduite. Le résidu sirupeux est repris par l'alcool et la liqueur alcoolique distillée dans le vide. On ajoute du xanthydrol, dissous dans l'alcool à $\frac{1}{20}$, à la solution colorée, obtenue en épuisant par de l'acide acétique cristallisable le contenu du ballon. Le précipité, fortement coloré, recueilli après 20 heures, pulvérisé, épuisé par une lessive de soude chaude, puis lavé à l'alcool, est, finalement, traité par la pyridine bouillante qui l'abandonne par refroidissement en cristaux incolores. L'analyse assigne à ce corps, recristallisé une seconde fois, la formule de l'urée

dixanthylée

$$O\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle CH - NH - CO - NH - CH\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle O.$$

Détermination du point de fusion-décomposition. — On fixe à l'aide d'un fil de platine, contre le réservoir d'un thermomètre, la substance contenue en tube étroit, fermé également à son extrémité supérieure. Le tout est suspendu dans la vapeur d'oxyde de phényle, bouillant activement dans un ballon à col assez long pour que la vapeur baigne entièrement la tige du thermomètre. Dans ces conditions, nous avons vu le corps conserver sa couleur primitive pendant quelques minutes, prendre en 6 minutes environ une teinte grise, puis entrer en fusion pour donner un liquide brun. La fusion-décomposition était complète après un chauffage d'une durée totale de 9 minutes à 261° (corrigé).

La présence de l'urée a été constatée dans la même plante, toujours minutieusement lavée, mais dont le suc était recueilli aseptiquement après broyage en présence de fluorure de potassium dans un cas et de chloroforme dans un autre.

Conclusions. — L'urée est fréquemment contenue dans les végétaux supérieurs, généralement en très faible proportion. Sa présence peut être caractérisée dans les plantes dont les noms suivent :

Cichorium endivia (endive et chicorée frisée) ; *Cucurbita maxima* (potiron) ; *Cucumis melo* (melon) ; *Brassica oleracea* (choux-fleurs) ; *Brassica napus* (navet) ; *Spinacia oleracea* (épinard) ; *Daucus carotta* (carotte) ; *Solanum tuberosum* (pomme de terre).

Il serait prématuré d'en conclure que l'urée doit être considérée comme un produit physiologique de la cellule végétale.

Il est possible que son origine, beaucoup plus lointaine, remonte, soit partiellement soit en totalité, à la terre végétale où l'urée existe et se forme d'après nos nombreuses expériences.

CHIMIE PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Nouvelle lampe à rayonnement ultraviolet très puissant et son utilisation à la stérilisation de grandes quantités d'eau.* Note de MM. **Victor Henri, André Helbronner** et **Max de Recklinghausen**, présentée par M. Dastre.

Le développement des études sur les réactions chimiques et biologiques produites par les rayons ultraviolets montre qu'il y a un grand intérêt à construire une lampe ayant un rayonnement ultraviolet bien plus

puissant que ne le donnent les lampes à mercure usuelles à 110 et 220 volts. Dans les lampes actuelles, les électrodes se trouvent des deux côtés du tube lumineux droit, elles présentent des renflements, une chambre de condensation ou des ailettes de refroidissement, qui empêchent de rapprocher la partie lumineuse des objets qu'on veut irradier.

Nous avons cherché : 1° à ramener les deux électrodes d'un même côté aussi près que possible l'une de l'autre; 2° à donner au tube lumineux la forme d'un tube en U; 3° à augmenter le voltage.

La lampe que nous présentons contient, comme partie lumineuse, un tube en U en quartz, dont les deux branches sont rapprochées de façon à presque se toucher; le diamètre intérieur est de 14^{mm} et la longueur de chaque branche est égale à 160^{mm}. Les deux électrodes contenant du mercure sont accolées l'une à l'autre. Cette lampe brûle sur un réseau de 500 volts, avec une différence de potentiel aux électrodes de 375 à 390 volts et avec une intensité de 3 ampères; elle consomme donc 1150 watts.

L'intensité lumineuse, dans le plan perpendiculaire à l'axe de la lampe et passant par le milieu de l'arc, est supérieure à 8000 bougies.

Le rayonnement ultraviolet n'a pas été mesuré en valeur absolue; nous avons seulement fait des déterminations globales en comparant, avec des lampes de 110 et de 220 volts, l'action sur différentes réactions chimiques, sur les microbes et sur des infusoires.

Parmi les actions chimiques des rayons ultraviolets, trois groupes ont été étudiés comparativement avec la lampe à 500 volts et avec une lampe à 110 volts :

1° Action sur l'amidon étudiée par MM. Bielecki et Wurmser (*Comptes rendus*, mai 1912) : les auteurs obtiennent en 6 heures la même réaction qu'en 260 heures avec une lampe à 110 volts.

2° Action sur la glycérine : MM. V. Henri et A. Ranc obtiennent en 4 heures la même action qu'en 240 heures avec une lampe à 110 volts (*Comptes rendus*, 1912).

3° M. Landau a obtenu, avec la lampe à 500 volts, une photocombustion et une photopolymérisation des carbures d'hydrogène d'une façon quantitative, tandis qu'avec la lampe à 110 volts, la réaction était très limitée (*Comptes rendus*, juillet 1912).

Au point de vue de l'action abiotique, nous avons trouvé que pour le *coli* avec la lampe à 500 volts la stérilisation est obtenue 60 fois plus vite qu'avec une lampe à 110 volts placée à la même distance de la culture.

Enfin, en comparant les durées de mort de paramécies placées sous une lampe à 220 volts, brûlant au régime de 156 volts et 3,5 ampères, avec celles sous une lampe à 500 volts, au régime de 397 volts et 3,0 ampères, on

trouve que le rapport est égal à 11. Or, d'autre part, la lampe à 220 volts a une action abiotique 5 fois plus intense qu'une lampe à 110 volts, par conséquent la lampe à 500 volts est 55 fois plus active que la lampe à 110 volts.

En somme, la nouvelle lampe présente un rayonnement ultraviolet 50 à 60 fois plus intense qu'une lampe à 110 volts brûlant au régime de 75 volts et 3,4 ampères. Au point de vue des watts le rapport de consommation de ces lampes est égal à $\frac{1150}{250} = 4,6$.

Nous avons utilisé cette nouvelle lampe pour la stérilisation de grandes quantités d'eau. La forme du tube lumineux en U permet de le placer dans un manchon cylindrique en quartz transparent. Ce manchon est fixé au centre d'un bac circulaire dans lequel circule l'eau; par une série de chicanes l'eau est obligée de circuler autour du manchon et à se rapprocher plusieurs fois de la paroi. Ce dispositif permet donc à la lampe de brûler dans l'air, par conséquent d'une façon normale; l'utilisation du rayonnement est complète, par conséquent le débit auquel l'eau peut être stérilisée est bien supérieur à celui que nous avions avec les appareils décrits précédemment, dans lesquels on utilisait des lampes droites à 220 volts.

Une question importante est la durée de ces nouvelles lampes. Jusqu'ici nous avons une expérience sur une installation urbaine dans laquelle quatre appareils contenant chacun deux lampes à 500 volts sont en marche depuis plus de 1200 heures; le rayonnement ultraviolet est contrôlé tous les jours par la mesure de la vitesse de noircissement du papier au citrate d'argent, et jusqu'ici ces huit lampes n'ont pas changé.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Synthèses de glucosides d'alcools à l'aide de l'émulsine. Isopropylglucoside* β *et isoamylglucoside* β. Note de MM. **Em. Bourquelot** et **M. Bridel**, présentée par M. Jungfleisch.

Emil Fischer a mentionné l'alcool isopropylique et un alcool amylique comme pouvant se combiner avec le glucose *d* en présence d'acide chlorhydrique (¹); mais aucune de ces combinaisons n'a été isolée jusqu'ici.

Nous avons pu, à l'aide de l'émulsine, préparer à l'état cristallisé le glu-

(¹) *Ueber die Glucoside der Alkohole* (*Ber. d. d. chem. Gesell.*, t. XXVI, 1893, p. 2400).

coside β du premier de ses alcools, $CH^3.CHOH.CH^3$ et celui de l'alcool isoamylique $(CH^3)^2 = CH.CH^2.CH^2OH$.

Isopropylglucoside β. — *Préparation.* — Une partie de l'alcool isopropylique qui nous a servi a été achetée dans le commerce ; le reste nous a été obligeamment donné par M. Jungfleisch. Les deux produits passaient à la distillation entre + 82° et + 84°.

Plusieurs essais de synthèse ont été effectués en même temps avec cet alcool ; nous n'en citerons qu'un, les autres ne différant de celui-ci que par l'addition d'une proportion double de glucose.

Dans un liquide composé de 85g d'alcool isopropylique et de 15g d'eau, on a d'abord fait dissoudre 1g de glucose anhydre. 24 heures après, on a déterminé la rotation de la solution, qui était, pour $l + 2$, de + 1°8', et l'on a ajouté 0g,50 d'émulsine. Le mélange a été ensuite abandonné à la température du laboratoire (+ 16° à + 22°). La réaction s'est arrêtée vers le cinquantième jour, alors que la rotation était devenue + 12'.

Une fois la réaction synthétique arrêtée dans tous les mélanges, ceux-ci ont été filtrés puis réunis (en tout 350^{cm^3} environ) et distillés à sec.

On a traité alors le résidu, à trois reprises, à l'ébullition, par de l'éther acétique anhydre, en employant chaque fois 250^{cm^3} de ce dissolvant. On a laissé reposer les liquides éthéro-acétiques pendant 2 jours ; on a décanté, distillé jusqu'à réduction à 30^{cm^3} environ et laissé refroidir. En quelques heures, le liquide s'est pris en une masse de cristaux en aiguilles qu'on a essorés, lavés avec un peu d'éther acétique et fait sécher dans le vide sulfurique. Il y en avait 1g,35.

Propriétés. — Glucoside inodore, amer, hygroscopique, moins pourtant que son isomère le propylglucoside β dont il se distingue en outre par son point de fusion plus élevé : +123° à +125° (corr.) au lieu de + 96° à + 98° (corr.).

Il est soluble dans l'eau, l'alcool et l'éther acétique. Il est lévogyre avec un pouvoir rotatoire de −36°,3 pour une concentration de 2,0666 pour 100^{cm^3} et à la température de +18°.

Il réduisait très légèrement la liqueur cupro-potassique [1]. L'émulsine l'hydrolyse facilement en solution aqueuse. A 15^{cm^3} d'une solution renfer-

[1] Il est vraisemblable que cette réduction est due à des traces de glucose, la purification complète d'une petite quantité d'un produit hygroscopique étant fort difficile. Dans ce cas, le pouvoir rotatoire serait un peu plus élevé, ainsi que le point de fusion. D'après un dosage de ce glucose, le pouvoir rotatoire devrait être alors − 38°,7. Nous avons trouvé de même pour l'allylglucoside β, qui réduisait également : − 43°,1.

mant $0^g,3464$ de produit et accusant, pour $l=2$, une rotation de $-1°42'$, on a ajouté $0^g,05$ d'émulsine. En 24 heures, à $+33°$, la rotation a passé à $+1°48'$ et il s'était formé $1^g,7884$ de glucose pour 100^{cm^3}. Une hydrolyse complète en aurait donné $1^g,8724$.

Remarque. — Si l'on calcule, pour l'essai relaté plus haut, la quantité de glucoside existant au moment de l'arrêt de la réaction, on constate que cette quantité est bien inférieure à celle qu'on a trouvée dans l'essai analogue, relatif à la synthèse du propylglucoside β. Ce fait rapproche la *glucosidification* de l'éthérification. On sait en effet que l'éthérification va moins loin avec les alcools secondaires (isopropylique) qu'avec les alcools primaires (propylique).

ISOAMYLGLUCOSIDE β.— *Préparation.* — L'alcool isoamylique dont nous nous sommes servi, bien que livré comme pur, n'était pas complètement inactif et présentait un pouvoir rotatoire de $-1°,12$. Il renfermait donc un peu d'alcool amylique gauche, alcool dont le pouvoir rotatoire est de $-5°,9$. On l'a additionné de 5 parties en poids d'eau pour 95 parties et l'on a fait un premier essai de la façon suivante :

A 70^{cm^3} d'alcool isoamylique à 95 pour 100, on a ajouté $1^g,50$ de glucose et l'on a abandonné le mélange pendant 48 heures, en ayant soin d'agiter fréquemment de façon à saturer l'alcool. Il ne s'est dissous qu'une faible quantité de glucose et la rotation était de $-1°44'$ ($l=2$) au lieu de $1°52'$ qu'accusait l'alcool seul.

On a ajouté $0^g,50$ d'émulsine et, le mélange étant abandonné à la température du laboratoire, la rotation a passé peu à peu à $-2°14'$.

Mêmes résultats dans un autre essai effectué avec 600^{cm^3} d'alcool isoamylique à 95 pour 100, 10^g de glucose et 2^g d'émulsine.

Les liquides ayant été réunis, on les a filtrés, puis distillés à sec sous pression réduite. On a traité le résidu à l'ébullition par 250^{cm^3} d'éther acétique et laissé reposer pendant 2 jours pour permettre au glucose dissous à chaud de se séparer, après quoi on a distillé jusqu'à réduction à 20^{cm^3}. La cristallisation s'est faite aussitôt. Enfin les cristaux ont été essorés, lavés à l'éther acétique et mis à sécher dans le vide sulfurique.

Propriétés. — Glucoside cristallisé en aiguilles, inodore, possédant une amertume désagréable, non hygroscopique, fondant à $+99°$-$100°$ (corr.), lévogyre avec un pouvoir rotatoire de $-36°,40$ pour une concentration de 2,1973 pour 100 et une température de $+17°$.

Il ne réduisait pas la liqueur cupro-potassique.

15^{cm^3} d'une solution renfermant $0^g,3296$ du glucoside ont été additionnés de $0^g,05$ d'émulsine et mis dans une étuve réglée à $+33°$. Déjà, après 2 heures, on sentait nettement l'odeur de l'alcool isoamylique et, après 24 heures, la rotation avait passé de $-1°36'$ à $+1°40'$. Il s'était formé

$1^g,576$ de glucose pour 100^{cm^3}. Dans une hydrolyse totale, il s'en serait formé $1^g,580$.

On remarquera que l'isoamylglucoside n'est pas hygroscopique. Parmi les glucosides β obtenus jusqu'ici avec les alcools de la série grasse, deux sont dans le même cas, ce sont les glucosides des alcools méthylique et isobutylique.

HYGIÈNE ALIMENTAIRE. — *Le rôle de la caféine dans l'action diurétique du café.* Note de MM. **M. Tiffeneau** et **H. Busquet**, présentée par M. Ch. Moureu.

L'utilisation en diététique de cafés privés de caféine a posé la question de savoir si cette dernière substance est l'agent exclusif ou tout au moins principal de l'action du café sur les diverses fonctions.

En ce qui concerne le cœur, nous avons récemment donné (1) une réponse positive à ce problème. Depuis lors, nous en avons poursuivi la solution par rapport aux effets du café sur la diurèse.

Ce dernier sujet a déjà été abordé par quelques cliniciens [Samuely (2), Bouquet (3)] dont les résultats sont, d'ailleurs, contradictoires. Ce manque d'accord peut trouver sa raison dans les nombreux facteurs susceptibles de fausser l'expérimentation sur l'homme (difficulté de contrôle de la sécrétion, différences d'état hygrométrique, de température, d'évaporation cutanée ou pulmonaire au cours de deux expériences comparatives). Aussi avons-nous étudié cette question chez le chien qui se prête mieux à la rigueur obligée de recherches de cet ordre.

Technique. — Chez des animaux anesthésiés par le chloralose, l'urine est recueillie soit par une sonde introduite dans la vessie, soit par une canule fixée dans les uretères, et l'on fait tomber le liquide qui s'écoule goutte à goutte sur la palette d'un dispositif rhéographique.

Après quelques minutes d'enregistrement du régime sécrétoire normal, le chien reçoit, en injection par la veine saphène, 1^{cm^3} ou $1^{cm^3},5$ (par kilogramme d'animal) d'infusion à 20 pour 100 de café ordinaire ou de café décaféiné.

(1) H. Busquet et M. Tiffeneau, *Du rôle de la caféine dans l'action cardiaque du café* (*Comptes rendus*, t. 155, 1912, p. 362-365).

(2) Samuely, *Coffeinhaltige und Coffeinfreie Getränke in ihrem Verhalten zu Erkrankungen des Gefasz systems* (*Deuts. mediz. Presse*, 1912, nos 1, 3, 5, 6).

(3) Bouquet, *Sur le café décaféiné* (*Bulletin général de Thérapeutique*, 25 mai 1910, p. 854).

D'après nos dosages, le premier contient 1g,09 pour 100 de caféine et l'autre 0g,08 pour 100.

Résultats. — Le café ordinaire produit tout d'abord, pendant 2 ou 3 minutes, une diminution de l'écoulement de l'urine; ce ralentissement initial correspond aux troubles cardiaques passagers provoqués par des substances telles que les sels de K contenus dans le liquide injecté. Mais bientôt le régime primitif de sécrétion réapparaît, et celle-ci ne tarde pas à s'accroître dans de considérables proportions. Par exemple, un animal qui fournit normalement 3 gouttes par minute en donne jusqu'à 24 quelque temps après l'injection.

Avec le café décaféiné, on observe encore et pour les mêmes raisons que précédemment, un ralentissement initial de la diurèse. Puis celle-ci se rétablit et dépasse légèrement son taux primitif. Par exemple, un chien qui sécrète normalement 3 gouttes par minute en donne 4 à 6 après l'injection de café décaféiné. Chez ce même animal, l'injection ultérieure de café ordinaire porte la sécrétion de 4 à 6 gouttes par minute à 25 gouttes. Le café décaféiné augmente donc la diurèse, mais cette augmentation est considérablement inférieure à celle que produit le café ordinaire.

Nous nous sommes demandé si ce faible accroissement de sécrétion par le café décaféiné n'était pas uniquement dû à l'eau introduite dans l'appareil circulatoire. Pour résoudre cette question, nous avons injecté chez les mêmes sujets d'abord 1^{cm^3} (par kilo d'animal) d'eau salée physiologique, et un peu plus tard 1^{cm^3} d'infusion de café sans caféine. L'eau salée augmente légèrement le taux de l'écoulement urinaire, mais dans une proportion un peu moindre que le café décaféiné. Celui-ci a donc une action diurétique réelle, quoique faible. Elle est due vraisemblablement aux traces de caféine qu'il contient encore et, en outre, à des sels et pigments qui sont capables de traverser le filtre rénal et qui, comme tels, sont des excitants de la diurèse (Ch. Richet et Moutard-Martin) (1).

Il restait à déterminer si l'énorme différence entre le pouvoir diurétique de ces divers facteurs et celui du café total relève exclusivement du déficit en caféine. Cette question, en effet, se pose d'autant plus légitimement que la décaféination enlève, outre la caféine, divers autres principes (2) susceptibles d'exercer peut-être une action diurétique. Pour résoudre ce

(1) Moutard-Martin et Ch. Richet, *Travaux du Labor. de Ch. Richet*, t. II, 1893, p. 181.

(2) Meyer et Eckert, *Monatsh. f. Chem.*, t. XXXI, 1910, p. 1227.

problème, nous avons restitué au café décaféiné sa proportion normale de caféine; après cette addition, celui-ci a acquis un pouvoir sécrétoire identique à celui du café ordinaire.

Donc la diminution considérable des effets diurétiques du café après décaféination tient bien à la soustraction de la caféine.

Résumé. — La décaféination fait perdre au café la majeure partie de ses effets sur la sécrétion rénale, et la caféine est l'agent, sinon exclusif, tout au moins *principal*, de l'action diurétique du café.

MÉDECINE. — *Streptocoque sensibilisé et sarcome.* Note de M. **Robert Odier.**

On sait quel intérêt très vif s'attache au problème de l'action de l'érysipèle humain sur les tumeurs malignes, en particulier sur les sarcomes.

Des faits de la plus haute importance démontrent qu'il s'agit là d'un effet général du streptocoque sur l'élément malin et que cette action se fait sentir quel que soit le siège des néoplasmes. Les dangers que faisait courir au malade l'inoculation de streptocoque virulent ont engagé les médecins à s'abstenir de cette pratique.

Il s'agissait donc de rendre le streptocoque inoffensif pour l'organisme tout en lui conservant ses propriétés antagonistes vis-à-vis de l'élément malin.

Le premier point est réalisé par la sensibilisation des streptocoques dans le sérum antistreptococcique selon la méthode de Besredka. Même rendu hypervirulent par la méthode de Marmorek, le streptocoque est absolument inoffensif pour l'organisme.

La sensibilisation, et c'est là le point important, ne lui fait pas perdre ses propriétés antagonistes vis-à-vis de la cellule maligne sur laquelle le virus exerce une action nocive quel que soit le point de l'organisme où on l'injecte.

De plus le streptocoque, tant non sensibilisé que sensibilisé dans les cultures de sarcomes *in vitro*, ne ralentit que très faiblement la croissance de celui-ci.

Ce fait confirme que le streptocoque n'agit pas directement sur le sarcome, mais indirectement en provoquant dans l'organisme la formation d'une substance toxique pour la cellule maligne.

BACTÉRIOLOGIE. — *Sur la nutrition minérale du bacille tuberculeux.* Note de M. **B. Sauton**, présentée par M. E. Roux.

Les divers milieux proposés pour la culture du bacille tuberculeux contiennent tous de la glycérine et un acide aminé. Ils diffèrent profondément par leur composition minérale : le chlore, le sodium, le calcium, le magnésium, le fer, le manganèse, le zinc, etc., ne figurent pas dans toutes les formules.

Je me suis proposé de déterminer les éléments utiles pour le bacille de Koch et je résume, dans le présent travail, les premiers résultats obtenus.

Le bacille tuberculeux est cultivé sur un liquide nutritif constitué de produits très purs, soumis préalablement à plusieurs cristallisations successives. La glycérine est purifiée par distillation dans le vide. Les divers constituants du milieu sont dissous dans de l'eau soigneusement distillée. Le liquide, neutralisé par l'ammoniaque, est réparti par portions de 100^{cm^3} entre des matras de 250^{cm^3}, puis stérilisé à 120°.

La formule du milieu nutritif adopté est la suivante :

	Pour 1000.
Asparagine	4
Glycérine	60
Acide citrique	2
Phosphate bipotassique	0,5
Sulfate de magnésium	0,5
Citrate de fer ammoniacal	0,05

Ce liquide parfaitement limpide est ensemencé en surface par une portion de voile fin provenant d'une précédente culture âgée de 8 jours. Le germe employé est un bacille d'origine bovine.

Après 20 jours de culture à 38°, on stérilise à 120°. On recueille sur filtre taré les récoltes obtenues comparativement, sur le même milieu, soit complet, soit dépourvu de l'élément dont on étudie l'influence. On lave, on dessèche, on pèse. Le poids de microbes obtenu est voisin de 1^g environ par 100^{cm^3} de liquide. Dans les mêmes conditions, la récolte sur bouillon glycériné est de 0,65 environ. Elle est de 0,35 sur le milieu artificiel de Proskauer et Beck, qui est favorable seulement à la condition de renfermer à l'état d'impureté le fer qui ne figure pas dans sa composition, et qui est un des éléments nutritifs important pour le bacille tuberculeux.

Dans le milieu de culture adopté dans le présent travail, le citrate ammoniacal, non utilisable comme source d'azote, intervient pour empêcher la précipitation des phosphates. La présence de la glycérine est indispensable, et j'ai essayé, sans succès, de la remplacer par le glycol, la mannite, la

dulcite, l'érythrite, la sorbite, ou par divers sucres. L'utilité des autres constituants du milieu ressort des résultats suivants :

	Poids sec à 100°.
Liquide complet	0,95
Sans soufre	0,04
Sans phosphore	pas de culture
Sans magnésium	0,01
Sans potassium	pas de culture
Sans fer	0,32

Le potassium ne peut pas être remplacé par le lithium, le sodium, ni le cæsium. La substitution partielle du rubidium au potassium est possible; elle provoque un abaissement de 20 pour 100 environ du poids de la récolte. Le cæsium, que les analogies chimiques les plus étroites rapprochent de ces deux métaux, ne permet même pas un commencement de culture ([1]).

Il est à noter que la présence *d'un centimillième de fer suffit pour tripler le poids de la récolte*. Le manganèse ne peut pas être substitué au fer.

Au cours de ces essais, je n'ai jamais obtenu une récolte plus abondante par addition de chlore, calcium, manganèse, zinc, bore, vanadium, aluminium au milieu de culture.

Le poids des récoltes qui atteignait 1,3 dans mes premières expériences ([2]), s'est abaissé, après de nouvelles purifications des produits, à 0,8 et 0,9. Certaines substances pouvant agir à des doses infinitésimales, je ne considère pas comme définitifs les résultats relatifs aux éléments dont une première étude n'a pas démontré l'utilité, et je me propose de continuer ces recherches.

ZOOLOGIE. — *Sur quelques points de l'anatomie des organes génitaux mâles des Lémuriens*. Note de M. **Max Kollmann**, présentée par M. Ed. Perrier.

L'anatomie des organes génitaux mâles des Lémuriens est restée jusqu'ici assez mal connue. Les collections du Muséum de Paris m'ont fourni assez de matériaux pour me permettre de compléter largement les données actuellement acquises.

Indrisidés (*Propithecus*, *Avahis*). — Comme chez tous les Lémuriens, les

([1]) J'ai obtenu des résultats analogues concernant l'action des métaux alcalins sur le développement et la sporulation de l'*A. niger*.

([2]) *Eighth international Congress of applied Chemistry*, Vol. XIX, p. 267.

testicules sont renfermés dans un scrotum; mais le canal vagino-péritonéal est nettement ouvert quoique très rétréci. Le feuillet externe de la vaginale tapisse ce canal et se continue sans interruption avec le péritoine. Il existe de plus un ligament diaphragmatique fort volumineux qui s'attache à la tête de l'épididyme, se poursuit dans toute la longueur du canal vagino-péritonéal, et s'épanouit sur la paroi dorsale de la cavité abdominale, un peu au-dessous du rein. Ces dispositions, qui sont extrêmement primitives et qui ont disparu chez l'adulte de beaucoup de Mammifères, sont générales chez tous les Lémuriens. On les retrouve aussi chez les Insectivores.

Les glandes accessoires, déjà décrites et figurées par M. Grandidier et Milne-Edwards (¹), sont représentées par de grandes vésicules séminales en forme de crosse, par une paire de prostates fort volumineuses, enfin par des glandes de Cowper; par contre, il n'y a pas, comme le croyait Milne-Edwards, de glandes des canaux déférents.

Le veru-montanum est assez saillant; les canaux déférents et les vésicules séminales s'ouvrent *séparément* dans la région du veru-montanum; quant aux prostates, elles s'ouvrent dans l'urèthre par un grand nombre de petits orifices.

Les autres Lémuriens de Madagascar (abstraction faite du *Chiromys*) qui constituent la famille des *Lémuridés* (*Lemur*, *Hapalemur*, *Chirogale*, *Microcebus*) sont construits exactement sur le même type.

Ici encore le canal inguinal est ouvert, il y a un ligament diaphragmatique, les vésicules séminales et les canaux déférents s'ouvrent séparément (ce que Oudemans n'avait pu affirmer), la forme même des organes est sensiblement la même.

Aux Lémuriens de Madagascar, nous pouvons opposer les *Nycticébidés* (*Loris*, *Nycticebus*, *Perodicticus*, *Galago*) qui sont répandus en Afrique et dans la région orientale.

Oudemans (²) a résumé nos connaissances sur ce sujet.

Tous les représentants de ce groupe sont constitués sur le même type. Les vésicules séminales sont volumineuses et de forme droite. Les prostates sont beaucoup plus petites que chez les Lémuriens de Madagascar, à peine distinctes extérieurement des vésicules séminales. Le veru-montanum est énorme ; à son extrémité débouchent les canaux déférents et à droite et à gauche les vésicules séminales.

Il est intéressant de constater l'identité de structure des organes génitaux

(¹) *Histoire naturelle de Madagascar.*

(²) *Die accessorische Geschlechtdrüser der Saügetiere,* Haarlem, 1892.

des *Galago* et de ceux des autres Nycticébidés, car les *Galago* ont été autrefois considérés comme voisins des Lémuridés.

Enfin les Nycticébidés se distinguent nettement par la présence générale de glandes des canaux déférents.

Les *Chiromyidés* se placent nettement à part des autres Lémuriens. On sait d'ailleurs, depuis Owen (¹), qu'ils sont remarquables par l'absence totale de vésicules séminales. Des coupes sériées m'ont montré que ces organes n'existent même pas à l'état de rudiment.

Par contre, le veru-montanum est creusé d'une petite cavité qui n'est autre qu'un utérus mâle comme Oudemans le supposait sans oser l'affirmer.

Restent à examiner les *Tarsiidés*. Ceux-ci sont considérés comme représentant un type généralisé. Le *Tarsius* a de grandes vésicules séminales cylindriques, de petites prostates rappelant les *Galago*; un veru-montanum peu développé. Canaux déférents et vésicules séminales s'ouvrent par un orifice commun; en somme le Tarsier ne se rapproche nettement d'aucun des autres groupes de Lémuriens.

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section d'Anatomie et Zoologie, par l'organe de M. *Edmond Perrier*, remplaçant M. *Ranvier* empêché, présente la liste suivante de candidats à la place vacante par le décès de M. *J. Chatin* :

En première ligne	M. MARCHAL
En deuxième ligne, par ordre alphabétique	MM. HOUSSAY JOUBIN
En troisième ligne, par ordre alphabétique	MM. CAULLERY GRAVIER MESNIL

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 6 heures.

G. D.

(¹) *On the Aye-Aye* (*Trans. Zool. Soc.*, t. V, 1866).

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 21 octobre 1912.

Ministère du Commerce et de l'Industrie. *Commission permanente des valeurs de douane; session de 1912 : Rapport* de M. Alfred Picard, Membre de l'Institut, à M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie. Paris, Imprimerie nationale, 1912; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Nivellement de haute précision, par Charles Lallemand, Membre de l'Institut; deuxième édition, revue et augmentée. Paris et Liége, Ch. Béranger, 1912; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Trypanosomes et trypanosomiases, par A. Laveran, Membre de l'Institut, et F. Mesnil; deuxième édition, entièrement refondue, avec 198 figures dans le texte et une planche en couleurs hors texte. Paris, Masson et Cie, 1912; 1 vol. in-8°. (Hommage des auteurs.)

Influence de l'hygiène et de la puériculture sur le nombre des bassins rétrécis en France, par A. Magnan. Paris, Gauthier-Villars, 1911; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. E. Perrier.)

Le pied et ses rapports avec la taille chez les criminels, par Charles Perrier; avec 32 illustrations. Lyon, A. Rey, 1912; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Medicus. Guide-annuaire des étudiants et praticiens; 40e année, 1912-1913. Paris, A. Rouzaud; 1 vol. in-8°.

Ueber die experimentelle Beeinflussbarkeit von Farbe und Form bei Sphaerococcus coronopifolius *Stackh*, von Alfred Helbronn. (*Annales de l'Institut océanographique;* t. V, fasc. 2.) Paris, Masson et Cie, 1912; 1 fasc. in-4°.

Smithsonian Institution. *An Index to the genera and species of the Foraminifera*, by Charles Davies Sherborn. Part I (A to Non.). City of Washington, published by the Smithsonian Institution, November, 1893; II-240 p. *From :* Smithsonian Miscellaneous Collections, t. XXXVII. (Number 856.) Washington; 1 vol. in-8°.

The morphology and parasitism of Rhizoctonia, by F.-J.-F. Shaw. (*Memoirs of the Department of Agriculture in India;* Botanical series; t. IV, n° 6). Calcutta, 1912; 1 fasc. in-8°.

Annals of Harvard College Observatory; t. 47-2, 63-1, 72-3. Cambridge, Mass. 2 vol. et 1 fasc.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 28 OCTOBRE 1912.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences, publiés par MM. les SECRÉTAIRES PERPÉTUELS; t. 153, juillet-décembre 1911. Paris, Gauthier-Villars, 1911; 1 vol. in-4°.

Conférence internationale de l'Heure. *Projet d'organisation d'un Service international de l'Heure*, présenté, au nom du Bureau des Longitudes, par M. Ch. LALLEMAND, Membre de l'Institut. Paris, Gauthier-Villars, s. d.; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Note sur quelques végétaux infraliasiques des environs de Niort, par M. R. ZEILLER, Membre de l'Institut. (Extr. du *Bulletin de la Société géologique de France*; 4e série, t. XI, p. 321, année 1911.) Mâcon, Protat frères; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Henri Poincaré, par ERNEST LEBON. (Extr. de *Astron. Nachr.*, n° 4604, t. CXCII, octobre 1912.) Kiel, 1912; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Darboux. Hommage de l'auteur.)

Notice sur les travaux scientifiques de M. Paul Marchal, professeur de Zoologie à l'Institut national agronomique. Paris, Firmin-Didot et Cie, 1912; 1 vol. in-4°.

Den danske Gradmaaling, ny Rœkke, Hefte Nr 1-10, udgivet af V.-H.-O. MADSEN, Direkter for danske Graadmaling. Copenhague, 1908-1912; 10 fasc. in-4°. (Présenté par M. Ch. Lallemand. Hommage du général V.-H.-O. MADSEN, Directeur de l'Institut géodésique danois.)

Rapport sur les travaux du Conseil départemental d'Hygiène et de Salubrité, des Commissions sanitaires et des autres Services intéressant l'Hygiène de la Loire-Inférieure pendant l'année 1911, présenté à M. TALLON, préfet de la Loire-Inférieure. Nantes, 1912; 1 vol. in-8°.

Mémoires de l'Académie Stanislas, 1911-1912; 6e série, t. IX. Nancy, Berger-Levrault, 1912; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 7 octobre 1912.)

Note de M. *G. Sannia*, Sur les caractéristiques simples des équations aux dérivées partielles en deux variables :

Page 638, ligne 12, *au lieu de* courbure des sections normales, *lire* courbure normale des sections.

Même page, ligne 18, *au lieu de* courbures des sections normales, *lire* courbures normales des sections.

(Séance du 14 octobre 1912.)

Note de M. *J. de Boissoudy*, De l'association moléculaire dans les gaz :

Page 705, ligne 1 en remontant, *au lieu de*

$$\frac{2}{\Omega^2}\int_0^\infty e^{-\frac{\omega^2}{\Omega^2}}\,\omega\,d\omega = e^{-\frac{\psi^2}{2}},$$

lire

$$\frac{2}{\Omega^2}\int_\psi^\infty e^{-\frac{\omega^2}{\Omega^2}}\,\omega\,d\omega = e^{-\frac{\psi^2}{\Omega^2}}.$$

(Séance du 21 octobre 1912.)

Note de M. *F. Dienert*, Dissolution de la silice dans les eaux souterraines :

Page 797, ligne 13, *au lieu de* $x - y = Ky$, *lire* $x - y = K^y$.

PUBLICATIONS DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

En vente à la Librairie GAUTHIER-VILLARS, 55, quai des Grands-Augustins, PARIS.

COMPTES RENDUS HEBDOMADAIRES DES SÉANCES
de l'Académie des Sciences

Publiés par MM. les *Secrétaires perpétuels.*

IN-4 28-23), HEBDOMADAIRE.

Collection complète, de 1835 à 1910; 151 volumes.... 1890 fr.

Chaque année, sauf 1845, 1873 à 1892, 1896 à 1898, 1900 à 1902, 1904, 1905, *se vend séparément*....... 25 fr.

Chaque volume, sauf les **Tomes 20, 21, 76 à 108, 110, 112, 114, 115, 122,** à **127, 130, 132, 134, 138, 141,** se vend séparément.......... 15 fr.

Les **Comptes rendus** paraissent régulièrement chaque semaine depuis le 2e semestre de 1835, en un cahier de 32 à 40 pages, quelquefois de 80 à 120; ils forment, à la fin de l'année, *deux Volumes* in-4 (28-23), ensemble de 2400 à 3000 pages. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de noms d'auteurs, terminent chaque volume.

Prix pour un an (52 NUMÉROS) :

Paris.......... 30 fr.
Départements.......... 40 fr.
Union postale.......... 44 fr.

L'abonnement est annuel et part de janvier.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS
des Séances de l'Académie des Sciences.

Par ordre de matières et par ordre alphabétique de noms d'auteurs.

4 VOLUMES IN-4 (28-23), SAVOIR :

Tables des Tomes **1** *à* **31** (1835-1850). In-4 (28-23);1853.. 25 fr.
Tables des Tomes **32** *à* **61** (1851-1865). In-4 (28-23); 1870.. 25 fr.
Tables des Tomes **62** *à* **91** (1866-1880). In-4 (28-23); 1888.. 25 fr.
Tables des Tomes **92** *à* **121** (1881-1895). In-4 (28-23); 1900.......... 25 fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS
des Séances de l'Académie des Sciences.

Tomes I et II, 1856 *et* 1861, *séparément*.......... 25 fr.

MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES
IN-4; TOMES I A LI, 1816 A 1910.

Chaque volume, à l'exception des Tomes ci-après indiqués, se vend séparément.......... 15 fr.

Le Tome XXXIII, avec Atlas, se vend séparément....... 25 fr.

Le Tome LI, avec Atlas, se vend.......... 40 fr.

Les Tomes VI et XXI ne se vendent pas séparément.

Tables générales des travaux contenus dans les Mémoires de l'Académie.

Ire Série, Tomes I à XIV (an VI-1815), et IIe Série, Tomes I à XL (1816-1878); 1881.......... 6 fr.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS PAR DIVERS SAVANTS
à l'Académie des Sciences (*Savants étrangers*).

2e SÉRIE. IN-4; TOMES I A XXXIV, 1827-1909.

Chaque volume se vend séparément.......... 15 fr.

Tables générales des travaux contenus dans les Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie.

Ire Série, Tomes I et II (1806-1811), et IIe Série, Tomes I à XXV (1827-1877) 1881.......... 2 fr. 50

NOTICES NÉCROLOGIQUES

Lues à l'Académie (1886-1890). In-8 (25-16); 1891.... **2 fr. 50**

Notice sur J.-C. BOUQUET, par *G.-H. Halphen.* — Notice sur L.-F.-C. BREGUET, par *de Jonquières.* — Notice sur L.-R. TULASNE, par *E. Bornet.* — Notice sur E. LAGUERRE, par *H. Poincaré.* — Notice sur G.-H. HALPHEN, par *E. Picard.* — Notice sur E. PHILLIPS, par *H. Léauté.*

PASSAGE DE VÉNUS

Recueil de Mémoires relatifs à l'observation du passage de Vénus sur le Soleil, en 1874.

Tome I. — Ire PARTIE : *Procès-verbaux des séances tenues par la Commission.* In-4 (28-23); 1877.......... 12 fr. 50 c.
— IIe PARTIE : *Mémoires divers.* In-4 (28-23), avec 7 planches; 1876.......... 12 fr. 50 c.

Tome II. — Ire PARTIE : *Mission de Pékin* (Fleuriais). — *Mission de Saint-Paul* (Mouchez). In-4 (28-23), avec 26 pl.; 1878. 25 fr.
— IIe PARTIE : *Mission de Saint-Paul* (Rochefort et Ch. Vélain). — *Mission du Japon* (Janssen, Tisserand, Delacroix et Picard). — *Mission de Saïgon* (Héraud). — *Mission de Nouméa* (André). In-4 (28-23), avec figures et 36 planches; 1880........ 25 fr.

Tome III. — Ire PARTIE : *Mission de l'île Campbell* (Bouquet de la Grye). In-4 (28-23), avec 6 planches; 1882.... 12 fr. 50 c.
— IIe PARTIE : *Mission de l'île Campbell* (H. Filhol). In-4 (28-23), avec atlas de 68 planches; 1885.......... 25 fr.
— IIIe PARTIE : *Mesures des plaques photographiques.* In-4 (28-23), avec 2 planches; 1882.......... 12 fr. 50 c.

Annexe : *Discussion des résultats obtenus avec les épreuves daguerriennes de la Commission française,* par *Obrecht.* In-4 (28-23); 1890.......... 2 fr. 50 c.

MISSION DU CAP HORN
(1882-1883).

TOME I : **Histoire du Voyage**, par L.-F. MARTIAL. In-4 (28-23), avec 12 planches; 1888.......... 25 fr.

TOME II : *Météorologie*, par J. LEPHAY. In-4 (28-23), avec 12 planches; 1885 (*Rare*).

TOME III : *Magnétisme terrestre*, par E.-O. LE CANNELLIER. — *Recherches sur la constitution chimique de l'atmosphère*, d'après les expériences du Dr *Hyades*, par MUNTZ et AUBIN. In-4 (28-23), avec 11 planches; 1886 (*Rare*).

TOME IV : **Géologie**, par le Dr P. HYADES. In-4 (28-23), avec 33 pl.; 1887.......... 25 fr.

TOME V : **Botanique**. In-4 (28-23) de 400 pages; 1889.... 25 fr.

TOME VI : **Zoologie**. Ce Tome est publié en 12 fascicules.

Ire Partie : In-4 (28-23) de 486 pages, avec 23 pl.; 1891.. 45 fr.

Mammifères (*A. Milne-Edwards*); 10 fr. — *Oiseaux* (*E. Oustalet*); 25 fr. — *Poissons* (*L. Vaillant*); 4 fr. — *Anatomie comparée* (*H. Gervais*); 6 fr.

IIe Partie : In-4 (28-23) de 430 pages, avec 29 pl.; 1891 (*Rare*).

Insectes (*L. Fairmaire, Signoret, J. Mabille, P. Mabille, J.-M.-F. Bigot*); 20 fr. — *Arachnides* (*E. Simon*) (épuisé). — *Crustacés* (*Milne-Edwards*); 11 fr. — *Mollusques* (*de Rochebrune* et *J. Mabille*); 10 fr.

IIIe Partie : In-4 (28-23) de 376 pages, avec 36 pl.; 1891.. 35 fr.

Priapulides (*J. de Guerne*); 2 fr. — *Bryozoaires* (*J. Jullien*); 8 fr. — *Echinodermes* (*E. Perrier*); 20 fr. — *Protozoaires* (*A. Certes*); 5 fr.

TOME VII : **Anthropologie. Ethnographie**; par le Dr P. HYADES et J. DENIKER. In-4 (28-23), avec 34 pl. et 1 carte en couleur; 1891. 25 fr.

La collection des sept Tomes en neuf volumes.......... 275 fr.

N° 18.

TABLE DES ARTICLES (Séance du 28 Octobre 1912).

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CORRESPONDANCE.

COMITÉ SECRET.

50192 PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS, Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : GAUTHIER-VILLARS.

1912

DEUXIÈME SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME 155.

N° 19 (4 Novembre 1912).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1912

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

Article 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Toute Note manuscrite d'un Membre de l'Académie ou d'une personne étrangère ne pourra paraître dans le *Compte rendu* de la semaine que si elle a été remise le jour même de la séance.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Les *Comptes rendus* ne reproduisent pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

Article 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

Article 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin ; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

Article 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* ne contiennent ni planches, ni figures.

Dans le cas exceptionnel où des figures seraient autorisées, l'espace occupé par ces figures comptera pour l'étendue réglementaire.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

Article 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 NOVEMBRE 1912.

PRÉSIDENCE DE M. LIPPMANN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *La Conférence internationale de l'Heure.* Note [1] de M. G. BIGOURDAN.

Dès que la portée de la télégraphie sans fil atteignit une centaine de kilomètres, on sentit partout que le problème de l'envoi de l'heure à distance était résolu, et par suite aussi celui des longitudes : c'était en 1900.

Quatre ans plus tard, de divers côtés on fit des essais, suivis d'installations pratiques, pour l'envoi de l'heure aux navires en mer.

A la suite d'expériences faites à la tour Eiffel, le Bureau des Longitudes émit le vœu (13 mai 1908) qu'un service de signaux horaires fût installé le plus tôt possible à cette tour, à titre d'essai, dans le but de servir à la détermination des longitudes.

Les appareils établis à cet effet furent essayés avec succès en janvier 1910; mais, quelques jours après, l'inondation de la Seine vint en mettre une partie hors d'usage.

Les dégâts étant réparés, l'envoi des signaux horaires commença le 23 mai 1910, et a toujours été continué depuis.

Pour les longitudes, on essaya la nouvelle méthode en procédant de

---

(1) Communication faite dans la séance du 28 octobre 1912.

proche en proche, avec Montsouris d'abord, avec Brest ensuite, et enfin avec Bizerte : toujours la méthode radiotélégraphique a donné les mêmes résultats que les méthodes par fil, soit chronographique, soit téléphonique.

La nouvelle méthode ayant fait ses preuves, le Bureau des Longitudes a pensé que le moment était venu d'en étendre l'emploi autant que possible, avec le concours des principaux pays; et, sur sa proposition, le Gouvernement français (mai 1912) invita un certain nombre de gouvernements étrangers à désigner des délégués qui, joints à ceux de la France, étudieraient le problème radiotélégraphique, au point de vue de l'envoi de l'heure et de la détermination des longitudes.

Répondant à cet appel, 15 gouvernements étrangers ont désigné des délégués qui, avec ceux de la France et non compris les membres du Bureau des Longitudes, étaient au nombre de 63. En outre, 64 savants français, appartenant en grand nombre à l'Académie des Sciences, ont été invités à prendre part aux discussions.

L'ensemble de ces délégués et invités a formé la première *Conférence internationale de l'Heure*, qui s'est réunie à Paris le 15 de ce mois, et qui a tenu ses séances à l'Observatoire, mis gracieusement à la disposition du Bureau des Longitudes par son directeur M. B. Baillaud.

La séance d'ouverture fut présidée par M. Guist'hau, Ministre de l'Instruction publique, qui souhaita la bienvenue aux membres de la Conférence. Il les invita ensuite à former leur Bureau, qui fut ainsi constitué :

Président : M. BIGOURDAN.

Vice-Présidents : MM. BACKLUND, DYSON, FÖRSTER et RIGHI.

Secrétaire général : M. FERRIÉ.

Secrétaires : MM. BARDELONI, CORTEIL, GARNIER, KOHLSCHÜTTER, MAURY, PERRIER.

Un programme provisoire avait été établi par le Bureau des Longitudes. On partagea immédiatement toutes les questions qu'il portait entre quatre Commissions, constituées de la manière suivante :

PREMIÈRE COMMISSION : Président, M. *Foerster;* Vice-Présidents, MM. *Benndorf* et *Celoria*. — Détermination astronomique de l'heure ou de la correction d'un garde-temps : méthode des passages; méthode des hauteurs;

enregistrements divers; emploi de la méthode de l'œil et de l'oreille; causes d'erreurs dans les divers cas et moyens de les réduire; précision aujourd'hui atteinte; précision à rechercher.

Conservation de l'heure : modèles divers de pendules et de chronomètres; leur comparaison dans le même observatoire; détermination de la correction la plus probable de la pendule directrice.

Deuxième Commission : Président, M. *Righi;* Vice-Présidents, MM. *Behring* et *Lippmann*. — Transmission radiotélégraphique de l'heure : méthode à employer suivant le degré de précision désiré; envoi direct de l'heure d'un garde-temps; envoi indirect de l'heure par l'intermédiaire de signaux rythmés permettant d'appliquer la méthode des coïncidences.

Appareils radiotélégraphiques à employer pour l'émission et la réception des signaux horaires : modèles divers; leur mise en œuvre; portées.

Troisième Commission : Président, M. *Dyson;* Vice-Présidents, MM. *Charlier* et *Asaph Hall*. — Degré de précision que doivent atteindre les signaux horaires pour les diverses applications : astronomie et géodésie; navigation; météorologie; sismographie et applications scientifiques diverses; chemins de fer, administrations publiques, horlogers et particuliers.

Quatrième Commission : Président, M. *Backlund;* Vice-Présidents, MM. *Lecointe* et *Mier*. — Collaboration de divers centres astronomiques pour assurer au mieux la connaissance de l'heure; choix des centres.

Étude de l'organisation générale à prévoir, tant pour la transmission que pour la réception des signaux horaires, de manière à donner satisfaction à tous les besoins.

Radiotélégrammes météorologiques internationaux.

Les travaux de ces Commissions étant terminés, les vœux émis par elles furent portés en séance générale (23 octobre), discutés et finalement adoptés à l'unanimité.

Voici le texte de ces vœux, classés dans un ordre méthodique :

I. — Création d'une Commission internationale de l'heure et d'un Bureau international.

1. Il est utile de chercher à réaliser l'unification de l'heure, par l'envoi de signaux radiotélégraphiques, qu'il s'agisse de signaux horaires ordinaires ou de signaux scientifiques.

2. L'heure universelle sera celle de Greenwich.

3. Il sera utile de créer une *Commission internationale de l'Heure*, dans laquelle chacun des États adhérents sera représenté par des délégués.

4. Il sera utile de créer, sous l'autorité de la *Commission internationale de l'Heure*, un organe exécutif : *Bureau international de l'Heure*, dont le siège sera à Paris.

II. — Détermination, transmission et réception de l'heure.

5. Pour les *signaux horaires ordinaires*, les résultats des déterminations de l'heure seront transmis à ce *Bureau* par les centres nationaux, qui centraliseront eux-mêmes les déterminations faites par les observatoires de leurs pays, et en déduiront l'heure la plus exacte.

6. Pour les *signaux scientifiques*, la mission du *Bureau* sera de centraliser les déterminations de l'heure faites dans les observatoires associés, et d'en déduire l'heure la plus exacte.

7. Le *Bureau international de l'Heure* communiquera les résultats des comparaisons qui ne seraient pas promptement publiés, au *Bureau central de l'Association géodésique internationale*, à Potsdam, auquel on demandera d'en entreprendre la discussion approfondie. Ces résultats seront également communiqués aux autres associations officielles internationales qui les demanderaient.

8. Les résultats fournis par les différentes méthodes et les divers instruments en usage pour la détermination et la conservation de l'heure, seront transmis à la *Commission internationale* à créer, pour la discussion astronomique et géodésique de toutes les questions relatives à l'heure.

9. En attendant que les circonstances permettent la réalisation de ce programme, une *Commission provisoire*, nommée par la Conférence, pourrait organiser, à titre d'essai, la coopération dont il s'agit, et étudier les améliorations de toute nature à apporter à ce projet, avant de le soumettre officiellement à l'approbation des gouvernements.

10. Il est à désirer qu'en chaque point du globe on puisse toujours recevoir un signal horaire de nuit et un signal horaire de jour, le nombre total des signaux perceptibles ne dépassant pas, en principe, quatre par 24 heures.

11. Les Observatoires et les Administrations intéressés mettront à l'étude l'organisation de l'enregistrement automatique des signaux horaires.

12. L'étude de la répartition définitive des centres d'émissions horaires sera confiée à la Commission internationale de l'Heure.

La liste ci-après indique les stations qui seront vraisemblablement en état, au 1er juillet 1913, de jouer le rôle de centres d'émissions horaires, et les heures auxquelles devront être faites ces émissions :

	Heures, temps civil de Greenwich.
Paris	0^h (minuit)
San Fernando (Brésil)	2
Arlington (États-Unis)	3
Manille	4 (provisoire)
Mogadiscio (Somalie italienne)	4
Tombouctou	6
Paris	10
Norddeich-Wilhelmshaven	12 (midi)
San Fernando (Brésil)	16
Arlington (États-Unis)	17
Massaouah (Érythrée)	18
San Francisco	20
Norddeich-Wilhelmshaven	22

Toute station horaire autre que les précédentes, qui viendrait à être créée, ne pourra faire, en principe, ses émissions qu'à des heures (de Greenwich) rondes, différentes des heures ci-dessus.

13. La Commission internationale de l'Heure sera chargée de régler les émissions des signaux spéciaux destinés aux besoins scientifiques, et notamment de ceux qui ont pour objet l'unification pratique de l'heure.

14. Les signaux horaires seront uniformément produits conformément au schéma suivant :

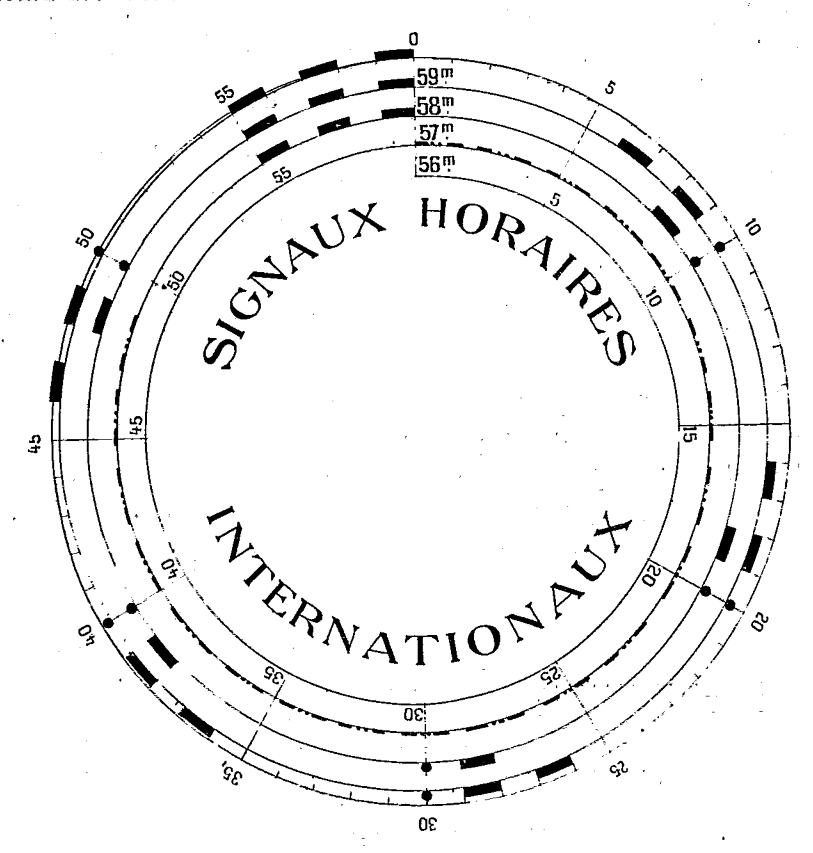


Diagramme indiquant le genre et la distribution des signaux horaires internationaux.

$57^m\ 0^s$ à $57^m 50^s$: signaux d'avertissement.		
$57^m 55^s$ à $58^m\ 0^s$: signaux horaires.		*Traits* de 1^s avec intervalles de 1^s. *Points* de $\frac{1}{4}$ de seconde.
$58^m\ 8^s$ à $59^m\ 0^s$	id.	
$59^m\ 6^s$ à $60^m\ 0^s$	id.	

15. Les centres d'émissions horaires feront usage d'une longueur d'onde uniforme d'environ 2500^m. Lorsqu'ils emploieront des émissions musicales, la tonalité de celles-ci devra être choisie de manière que la réception soit soustraite, autant que possible, aux perturbations de toute nature.

16. En ce qui concerne l'exactitude désirable pour l'Astronomie et la Géodésie, les signaux radiotélégraphiques scientifiques doivent atteindre le plus haut degré de précision possible.

17. On doit considérer les signaux horaires ordinaires actuels comme assez précis pour les besoins présents de la Navigation.

18. Pour la Météorologie, le Magnétisme terrestre et la Sismographie, l'approximation de la demi-seconde est actuellement suffisante. Si des modifications devaient, dans l'avenir, être apportées au régime actuel, il est désirable que l'approximation de la demi-seconde et même du quart de seconde soit assurée, et que le système des signaux horaires soit assez simple pour que ces signaux puissent être reçus par des observateurs même peu expérimentés.

19. Pour les besoins des Chemins de fer et des Services publics, les signaux horaires ordinaires actuels doivent être considérés comme assez précis.

III. — Administrations publiques et particulières.

20. Les Administrations télégraphiques devront s'efforcer de constituer des centres horaires où l'heure sera reçue et conservée par les moyens les plus précis.

Les Administrations télégraphiques devront étudier et employer les moyens que la technique suggérera en vue de transmettre l'heure aux particuliers, soit par des signaux généraux à heure fixe, soit par des signaux particuliers, envoyés à la demande des intéressés.

En vue de favoriser le développement de ces procédés, les Administrations télégraphiques devront se communiquer les moyens employés par chacune d'elles.

IV. — Navigation.

21. Il est à désirer que tous les navires, à voiles et à vapeur, soient prochainement pourvus d'appareils pour la réception des signaux horaires radiotélégraphiques.

22. La Conférence prend acte des communications échangées entre les Délégués des États-Unis d'Amérique et de la Grande-Bretagne, au sujet des renseignements à transmettre par voie radiotélégraphique sur les *icebergs* et autres *dangers de la navigation*. Elle apprécie hautement l'accord intervenu entre ces Délégués à ce propos, dans l'intérêt de la navigation mondiale.

V. — MÉTÉOROLOGIE.

23. Les questions relatives aux rapports de la Météorologie avec la Radiotélégraphie sont trop complexes pour être discutées immédiatement. Il est donc désirable que l'étude en soit confiée d'abord à une Commission composée notamment de météorologistes et de directeurs de stations radiotélégraphiques. Cette Commission présenterait son rapport à la prochaine réunion du Comité météorologique international.

En attendant, on recommande :

24. Que le nombre des stations météorologiques dont les observations sont données dans la dépêche de la Tour Eiffel, soit augmenté dans la mesure du possible;

25. Que le poste radiotélégraphique en construction à Bruxelles apporte une large collaboration à l'étude des perturbations radiotélégraphiques produites par les agents atmosphériques.

VI. — ÉTUDE SCIENTIFIQUE DES ONDES HERTZIENNES.

27. La Conférence prend acte de la constitution d'un Comité provisoire ayant pour but l'organisation de l'étude scientifique des ondes hertziennes, dans leurs rapports avec les milieux ambiants.

Elle adresse des félicitations à M. Goldschmidt qui veut bien mettre sa station de télégraphie sans fil de grande puissance, à Bruxelles, à la disposition de ce Comité, en même temps qu'une somme de vingt-cinq mille francs pour subvenir aux frais des premières études.

28. La Conférence émet le vœu de voir les pouvoirs publics protéger ce genre de recherches, dont les résultats promettent d'être d'une importance capitale, non seulement aux points de vue de la théorie pure et de la Météorologie, mais aussi à celui du développement de la T. S. F.

Elle estime désirable que la station de T. S. F. de Bruxelles, bien que créée pour le service public, puisse néanmoins contribuer, dans l'avenir, à ces recherches scientifiques internationales.

29. Considérant la très grande importance scientifique et pratique de l'unification et standardisation (*uniformisation*) des méthodes qui servent

à mesurer les différentes grandeurs se rattachant à la technique de la radiotélégraphie;

Considérant que les spécifications des longueurs d'onde, des portées, des différents degrés d'amortissement faites par la Conférence n'auraient aucune valeur pratique sans la détermination et la coordination des méthodes de mesure qui en permettent le contrôle;

La Conférence émet le vœu qu'il soit fait une entente internationale, afin qu'on puisse procéder à une coordination des méthodes et des appareils de mesure des grandeurs qui se rapportent à la technique de la radiotélégraphie.

VII. — Communication à l'Association internationale des Académies.

28. La Conférence prie l'Académie des Sciences de Paris de bien vouloir soumettre à l'Association internationale des Académies, en l'appuyant, le projet de création d'une *Commission internationale de l'Heure*, conformément au vœu émis par cette Association internationale réunie à Londres en 1904.

M. **Ch. Lallemand** [1] fait hommage à l'Académie d'un exemplaire du *Projet d'organisation d'un Service international de l'heure*, qu'au nom du Bureau des Longitudes il a présenté à la *Conférence internationale de l'heure*.

Il y joint quelques explications sur la genèse et la portée de ce projet.

Le haut intérêt, dit-il, d'une heure uniforme adoptée, sur toute la Terre, pour les observations scientifiques où le temps intervient, est depuis longtemps reconnu. L'explorateur et le marin, notamment, obtiendront, en cours de voyage, leur longitude en comparant cette heure avec l'heure locale déterminée par eux.

Dès 1883, à Rome, l'Association géodésique européenne choisissait, en principe, le méridien de Greenwich comme *origine des longitudes* et l'heure de ce méridien comme *heure universelle*. L'année suivante, à Washington, une Conférence diplomatique ratifiait ce choix, à la presque unanimité des suffrages des États représentés.

Mais l'emploi d'une heure unique pour tout le globe étant inconciliable avec les conditions journalières de la vie, étroitement réglées en chaque

---

(1) Communication faite dans la séance du 28 octobre 1912.

lieu, comme on sait, par la marche du Soleil relativement à l'horizon, ce choix fût resté lettre morte si le système des *fuseaux horaires*, adopté en un quart de siècle par la majeure partie du monde civilisé, n'était venu apporter, du problème, une élégante solution, conciliant à la fois les intérêts de la Science avec les besoins de la vie courante.

Dans chaque fuseau, en effet, l'heure uniformément adoptée est celle de Greenwich, augmentée, suivant le cas, de 1, 2, 3, ..., 22 ou 23 unités. Il faut donc pouvoir connaître exactement, partout, et conserver l'heure de Greenwich. Or quand, ainsi qu'il arrive parfois en hiver dans nos climats, un observatoire est resté plusieurs semaines sans voir le ciel, l'erreur de sa pendule directrice peut atteindre quelques secondes et dépasser ainsi la limite admissible pour nombre d'observations scientifiques.

L'adhésion de la France au système des fuseaux horaires, par la loi du 9 mars 1911, a fait disparaître l'un des derniers obstacles moraux à l'organisation d'un Service international, qui serait chargé de la détermination quotidienne et de la transmission universelle de l'heure exacte.

Mais il y avait aussi des difficultés matérielles à vaincre.

Transmettre, en effet, une heure uniforme sur tous les points du globe est une généralisation du problème consistant à faire battre à l'unisson deux pendules situés en des lieux très éloignés l'un de l'autre. La solution de ce problème exige essentiellement qu'on dispose d'un *signal instantané*, perceptible à la fois dans les deux stations.

Ce signal, autrefois, ne pouvait guère être fourni que par certains phénomènes astronomiques, comme l'occultation des étoiles par la Lune. Mais il fallait que celle-ci fût visible en même temps des deux stations et que les nuages ne vinssent pas la cacher à l'instant même de l'observation. Par suite des irrégularités du bord du disque lunaire, l'erreur n'était, d'ailleurs, jamais inférieure à plusieurs secondes.

Le télégraphe ordinaire et le téléphone, permettant l'échange répété de signaux pratiquement instantanés, sont venus, ensuite, apporter une solution meilleure. Mais elle supposait l'existence d'un fil métallique continu, reliant directement les deux stations; de plus, lorsque ce fil traversait une étendue de mer un peu grande, l'erreur de transmission pouvait encore atteindre quelques dixièmes de seconde, chiffre trop élevé pour les mesures de longitudes, par exemple.

Bref, il y a une quinzaine d'années encore, vouloir unifier l'heure sur le globe entier eût semblé une entreprise chimérique.

Il n'en est plus de même aujourd'hui, où la télégraphie sans fil permet d'envoyer, à des distances de plusieurs milliers de kilomètres et avec une

précision de quelques centièmes de seconde, des signaux dans toutes les directions à la fois.

Pour obtenir l'unification désirée, il faut seulement, de la part des pays intéressés, une entente portant sur la détermination de l'heure unique et sur son mode de transmission. Le Bureau des Longitudes a pensé que le moment était venu de provoquer cette entente. Dans ce but et sur sa demande, une Conférence internationale, réunie à Paris, vient d'examiner le projet suivant, dont une expérience préalable de quelques mois, réalisée avec le concours d'observatoires français et étrangers, avait permis d'éprouver la valeur pratique :

Un certain nombre d'observatoires affiliés, répartis dans la zone d'action d'une puissante station radiotélégraphique et dont les longitudes relatives sont parfaitement connues, déterminent, par des observations astronomiques, l'heure locale avec toute la précision possible et en déduisent, avec l'erreur de marche de leurs pendules, l'heure correspondante de Greenwich.

D'autre part, une fois par jour et à une heure toujours la même, la station radiotélégraphique émet une série de signaux rythmés, espacés d'un peu moins d'une seconde et formant ainsi, dans l'espace, une sorte de *vernier acoustique*. Chaque observatoire compare à ces signaux les battements, rigoureusement espacés d'une seconde, de sa pendule directrice et note les coïncidences, exactement comme, dans une mesure d'angle, faite au théodolite, on note, le cas échéant, la coïncidence d'un trait du cercle divisé avec un trait du vernier placé en regard.

Transmises par le télégraphe ordinaire à un *Bureau central*, placé sous l'autorité d'une Commission internationale et solidaire de la station émettrice des signaux, ces indications permettent de calculer, en temps de Greenwich, l'heure moyenne la plus probable du premier des signaux rythmés. Cette heure est aussitôt, par voie radiotélégraphique, portée à la connaissance des observatoires affiliés, qui en déduisent la correction à faire subir à leur pendule pour qu'elle marque l'*heure internationale*.

Dans ses grandes lignes, ce projet a été unanimement adopté par la Conférence. En outre, sur la proposition du chef de la délégation allemande, M. le professeur W. Fœrster, Paris a été choisi comme siège du futur *Bureau international de l'Heure*, avec la tour Eiffel comme poste central de signaux, huit stations auxiliaires, réparties sur le globe, devant recevoir de celle-ci l'heure universelle à transmettre ensuite autour d'elles.

Devant ces importants résultats, le Bureau des Longitudes, semble-t-il, peut justement s'applaudir de l'initiative qu'il a prise.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Le théorème du dernier multiplicateur de Jacobi, rattaché à la formule dite d'Ostrogradsky ou de Green.* Note de M. **Paul Appell**.

Je ne sais s'il a été remarqué que le théorème de Jacobi, sur le dernier multiplicateur, peut être déduit de la formule dite *d'Ostrogradsky* ou de *Green* (1).

Considérons un champ de forces donné, dans lequel la force F appliquée au point (x, y, z) a pour projections X, Y, Z. Pour obtenir les lignes de forces, il faut intégrer les équations simultanées

$$\frac{dx}{X} = \frac{dy}{Y} = \frac{dz}{Z}. \tag{1}$$

Le multiplicateur M de Jacobi (*Vorlesungen über Dynamik*, Zehnte Vorlesung) est caractérisé par l'équation

$$\frac{\partial(MX)}{\partial x} + \frac{\partial(MY)}{\partial y} + \frac{\partial(MZ)}{\partial z} = 0,$$

qui exprime que la *divergence* du vecteur MX, MY, MZ est *nulle*. D'après la formule d'Ostrogradsky ou de Green, on a donc, en prenant une surface fermée S dans laquelle les fonctions MX, MY, MZ remplissent les conditions d'uniformité et de continuité requises,

$$\int_S MF_n \, d\sigma = 0, \tag{2}$$

l'intégrale étant étendue aux éléments $d\sigma$ de la surface S et F_n désignant la projection du vecteur F sur la normale extérieure à $d\sigma$.

Cela posé, supposons qu'on ait trouvé une intégrale première des équations (1)

$$\varphi(x, y, z) = \beta; \tag{Σ}$$

la surface Σ ainsi définie est une surface de forces; on a identiquement

$$X\frac{\partial\varphi}{\partial x} + Y\frac{\partial\varphi}{\partial y} + Z\frac{\partial\varphi}{\partial z} = 0. \tag{3}$$

(1) Voir pour cette formule, le *Traité d'Analyse* de M. Emile Picard, t. I, Chap. V, ou le *Cours d'Analyse* de M. Humbert, t. II, Chap. II, ou mon *Traité de Mécanique rationnelle*, t. III, Chap. XXVIII.

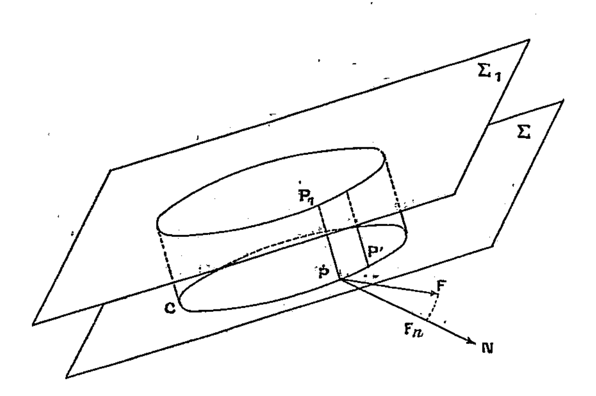
Pour achever l'intégration des équations (1), il faudrait trouver les lignes de forces situées sur Σ. Il est facile de voir que ces lignes sont définies par l'équation (Σ) associée à l'équation

$$(4)\qquad \begin{vmatrix} dx & dy & dz \\ X & Y & Z \\ \frac{\partial\varphi}{\partial x} & \frac{\partial\varphi}{\partial y} & \frac{\partial\varphi}{\partial z} \end{vmatrix} = 0.$$

Considérons alors la surface Σ et la surface Σ_1 infiniment voisines

$$(\Sigma_1)\qquad \varphi(x, y, z) = \beta + d\beta \qquad (d\beta > 0).$$

Traçons sur Σ une courbe fermée *quelconque* C et, en chaque point P de cette courbe, menons à Σ la normale PP_1 limitée à Σ_1, de façon à former



une sorte de cylindre, dont les bases sont sur Σ et Σ_1 et dont la surface latérale est constituée par la suite des normales PP_1. Appliquons la formule (2) à la surface limitant ce volume. Sur les deux bases F_n est nul : il ne subsiste donc, dans l'intégrale (2), que la partie relative à la surface latérale. Pour l'écrire, appelons α, β, γ les cosinus directeurs de la normale PN en P à la surface latérale, dx, dy, dz les projections d'un élément $PP' = ds$ de la ligne C, et R la quantité

$$\sqrt{\left(\frac{\partial\varphi}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial\varphi}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial\varphi}{\partial z}\right)^2}.$$

On a, en faisant $PP_1 = dn$,

$$R = \frac{d\beta}{dn}, \qquad d\sigma = ds\, dn = \frac{ds\, d\beta}{R};$$

puis, comme le trièdre PP_1, PP', PN est trirectangle,

$$\alpha = \frac{1}{R\,ds}\left(\frac{\partial\varphi}{\partial y}dz - \frac{\partial\varphi}{\partial z}dy\right), \qquad \beta = \frac{1}{R\,ds}\left(\frac{\partial\varphi}{\partial z}dx - \frac{\partial\varphi}{\partial x}dz\right),$$
$$\gamma = \frac{1}{R\,ds}\left(\frac{\partial\varphi}{\partial x}dy - \frac{\partial\varphi}{\partial y}dx\right).$$

La composante normale F_n de la force F est alors

$$F_n = \alpha X + \beta Y + \gamma Z = \frac{1}{R\,ds}\begin{vmatrix} dx & dy & dz \\ X & Y & Z \\ \frac{\partial\varphi}{\partial x} & \frac{\partial\varphi}{\partial y} & \frac{\partial\varphi}{\partial z} \end{vmatrix},$$

et l'équation (2) donne, en supprimant le facteur $d\beta$,

$$\int_C \frac{M}{R^2}\begin{vmatrix} dx & dy & dz \\ X & Y & Z \\ \frac{\partial\varphi}{\partial x} & \frac{\partial\varphi}{\partial y} & \frac{\partial\varphi}{\partial z} \end{vmatrix} = 0,$$

où l'intégrale est prise le long de la ligne C.

Cette équation ayant lieu *quelle que soit la ligne fermée C sur la surface* Σ, l'élément différentiel est, sur Σ, une différentielle totale.

Donc x, y, z *étant liés par la relation*

$$(5) \qquad \varphi(x, y, z) = \beta,$$

$\frac{M}{R^2}$ *est un facteur intégrant pour l'équation différentielle* (4) *qui achève de déterminer les lignes de forces*. C'est le théorème de Jacobi, sous une forme symétrique par rapport aux trois variables.

On obtient la forme donnée par Jacobi, en éliminant une des trois variables x, y, z à l'aide de l'équation (5). Pour éliminer z, par exemple, remplaçons la dernière colonne du déterminant par la colonne obtenue en multipliant les éléments des deux premières colonnes par

$$\frac{\frac{\partial\varphi}{\partial x}}{\frac{\partial\varphi}{\partial z}} \quad \text{et} \quad \frac{\frac{\partial\varphi}{\partial y}}{\frac{\partial\varphi}{\partial z}},$$

respectivement, et en les ajoutant à ceux de la troisième; on voit que le

déterminant devient

$$\frac{1}{\frac{\partial\varphi}{\partial z}}\begin{vmatrix} dx & dy & 0 \\ X & Y & 0 \\ \frac{\partial\varphi}{\partial x} & \frac{\partial\varphi}{\partial y} & R^2 \end{vmatrix} = \frac{R^2}{\frac{\partial\varphi}{\partial z}}(Y\,dx - X\,dy).$$

En multipliant par le facteur intégrant $\frac{M}{R^2}$, on trouve l'énoncé de Jacobi, à savoir que l'expression

$$\frac{M}{\frac{\partial\varphi}{\partial z}}(Y\,dx - X\,dy)$$

est une différentielle exacte, quand z y est remplacé par sa valeur tirée de l'intégrale (5).

L'extension de ces considérations au cas de n variables est, d'un autre côté, en rapport avec la théorie des invariants intégraux de Poincaré, comme on pourra s'en rendre compte par les indications sommaires données sur cette théorie, dans le Chapitre XXV du Tome II de mon *Traité de Mécanique rationnelle*.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la détermination des quotients respiratoires.* Note de MM. **L. Maquenne** et **E. Demoussy.**

La détermination du rapport $\frac{CO^2}{O}$ réel, dans les échanges respiratoires, constitue un problème difficile à résoudre, surtout parce que l'émission du gaz carbonique et l'absorption concomitante d'oxygène ne sont pas rigoureusement simultanées. Elles ne peuvent d'ailleurs jamais l'être, car l'acide carbonique, 30 fois plus soluble que l'oxygène, ne peut sortir des tissus où il se forme à l'état dissous que grâce à une sursaturation qui élève encore, dans une mesure inconnue, sa solubilité apparente. Pour être exacte, la technique opératoire doit donc : ou bien extraire, au début et à la fin de chaque expérience, la totalité des gaz dissous et occlus (ceux-ci étant toujours peu abondants sont en général négligeables), ou bien laisser l'organe étudié dans un état final identique à son état initial.

Boussingault d'abord, puis Dehérain et Maquenne [1], ont à plusieurs

[1] *Annales agronomiques*, t. XII, 1886, p. 145.

reprises appelé l'attention des expérimentateurs sur ce point; Tissot a également insisté sur le rôle perturbateur que l'acide carbonique préformé joue dans les recherches relatives à la respiration animale; bref, il y a là une difficulté sérieuse, qui est commune aux deux règnes, et ne peut être vaincue que par l'emploi d'un mode d'expérimentation approprié à ce but spécial. C'est pour cela que le choix de la méthode est de première importance dans tous les travaux de ce genre.

En ce qui concerne la respiration végétale, il en est une qui semble irréprochable : c'est la méthode de Wolkoff et Mayer, qui est trop connue pour qu'il soit nécessaire de la décrire à nouveau ici; malheureusement elle est d'une application délicate et ne se prête guère aux observations faites en série. La méthode du vide, préconisée autrefois par Dehérain et Maquenne, est incontestablement l'une des meilleures et des plus rapides; cependant elle n'est pas exempte de certaines imperfections sur lesquelles nous aurons à revenir; celle du courant d'air continu, telle que l'ont pratiquée Rischawi et d'autres, ne donne que l'acide carbonique et par conséquent laisse le rapport indéterminé. Aussi la plupart des expérimentateurs se sont-ils ralliés autour de la méthode dite *de l'air confiné* qui, lorsqu'elle est bien conduite, est susceptible de fournir des nombres comparatifs utilisables, mais dans tous les cas est inapte à faire connaître seule la véritable valeur du quotient respiratoire $\frac{CO^2}{O}$.

Les résultats qu'elle donne sont des coefficients *apparents*, quelquefois très éloignés du rapport réel : on sait pourquoi et il est inutile de le rappeler à nouveau; cependant la méthode de l'air confiné présente, par la nature même de ses indications toutes spéciales, un certain nombre de points intéressants qu'il nous a paru utile de mettre en lumière par une étude théorique et expérimentale approfondie.

Soit un vase de volume intérieur V dans lequel on a introduit un volume v de feuilles, dont nous supposerons la densité égale à celle de l'eau et le quotient respiratoire réel égal à 1. Appelons *densité de chargement* le rapport $\delta = \frac{v}{V}$ et désignons par a le volume total, mesuré sous la pression ordinaire, de l'acide carbonique produit dans l'unité de temps.

Soient enfin c le coefficient d'absorption du gaz carbonique par les feuilles, x et y les richesses centésimales en acide carbonique et en oxygène de l'atmosphère confinée au bout du temps t.

Il est clair, si l'on fait abstraction des solubilités négligeables de l'oxygène

et de l'azote, que le volume dont disposent ces deux gaz est égal à $V(1-\delta)$, tandis que celui qui est offert à l'acide carbonique est

$$V(1-\delta)+Vc\delta=V(1-\delta+c\delta).$$

A l'époque t la pression partielle du gaz carbonique dans l'atmosphère extérieure aux feuilles sera donc $\frac{at}{V(1-\delta+c\delta)}$, celle de l'oxygène $\frac{0,2096\,V(1-\delta)-at}{V(1-\delta)}$ et celle de l'azote, qui reste invariable, 0,7904.

On tire de là

$$x=\frac{at(1-\delta)}{V(1-\delta)(1-\delta+c\delta)-ac\delta t} \quad \text{et} \quad y=\frac{[0,2096\,V(1-\delta)-at](1-\delta+c\delta)}{V(1-\delta)(1-\delta+c\delta)-ac\delta t},$$

équations qui permettent de calculer la composition du gaz confiné à un

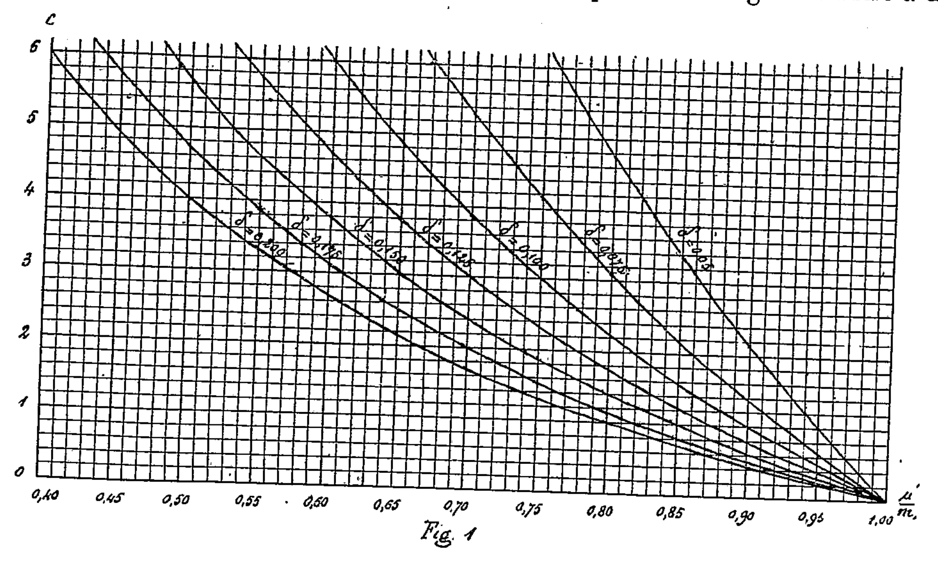


Fig. 1

instant quelconque. Nous avons dressé des Tables détaillées de toutes ces valeurs pour le cas où $a=2^{\text{cm}^3}$, $c=2$ et $\delta=0,1$ ou $0,2$, qui nous ont rendu les plus grands services au cours de ces recherches.

D'autre part, le volume d'oxygène absorbé étant égal à at, le coefficient respiratoire *apparent*, c'est-à-dire celui que donne l'analyse d'un échantillon de gaz prélevé dans l'appareil, est $\mu=\frac{1-\delta}{1-\delta+c\delta}$ et, plus généralement, si le quotient respiratoire réel a pour valeur m au lieu d'être égal à

l'unité, $\mu = m\,\frac{1-\delta}{1-\delta+c\delta}$, d'où

$$c = \left(\frac{1}{\delta} - 1\right)\left(\frac{m}{\mu} - 1\right).$$

On voit que tant que $c > 0$, le coefficient respiratoire apparent restera inférieur au coefficient respiratoire réel d'une quantité qui, indépendante du temps, est fonction de la densité de chargement et du coefficient de solubilité de l'acide carbonique dans le suc cellulaire : c'est ainsi que pour $m = 1$, $c = 2$ et $\delta = 0,1$ ou $0,2$, on trouve respectivement $\mu_1 = 0,82$ et $\mu_2 = 0,67$, nombres extrêmement éloignés du coefficient réel et que l'expérience confirme de la façon la plus remarquable.

Il est facile de représenter tous ces résultats par des courbes (*fig.* 1) et même de les rassembler en un abaque qui donne immédiatement les valeurs de deux des nombres c, m, μ_1 et μ_2 quand on connaît les deux autres (*fig.* 2);

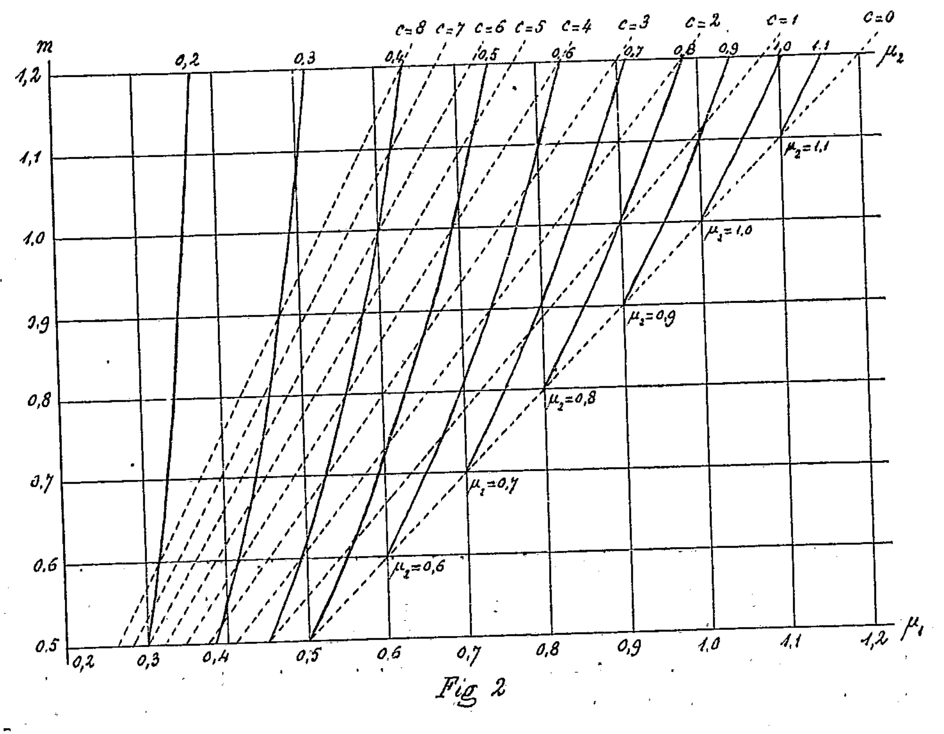


Fig 2

mais avant de passer aux vérifications, il importe de savoir comment on peut trouver correctement les valeurs de μ, dont la connaissance, ainsi qu'on va le voir, n'est pas dénuée d'intérêt.

Détermination des coefficients respiratoires apparents. — Le nombre c étant sous la dépendance immédiate de la température, il est évident que celle-ci devra toujours être maintenue rigoureusement invariable pendant toute la durée de l'opération. Deux méthodes peuvent alors être employées qui paraissent également précises.

La première consiste à réunir par leurs extrémités recourbées deux tubes parallèles dont l'un renferme les feuilles et l'autre du mercure; le tout étant plongé dans un bain d'eau à température constante, il suffit, à la fin de l'expérience, de retourner le système pour avoir dans le tube primitivement plein de mercure un échantillon du gaz extérieur aux feuilles. L'autre méthode consiste à faire communiquer le tube à respiration avec un autre, plus petit et fermé par un bon robinet, dans lequel on a préalablement fait le vide; par la brusque ouverture du robinet on peut alors, au moment voulu, faire ce que nous appelons une *prise de gaz instantanée*, dont l'analyse fera connaître, comme ci-dessus, la valeur cherchée de μ. C'est à peu de chose près la marche suivie par tous les observateurs qui ont fait usage de la méthode de l'air confiné; on a seulement supprimé le brassage des gaz qui serait ici plus nuisible qu'utile.

Les quelques chiffres qui suivent donneront une idée de la concordance des résultats obtenus par ces deux méthodes.

Fusain du Japon.

	Valeurs de μ.			
	$\delta = 0{,}2$ à $20°$.	$\delta = 0{,}1$ à $25°$.	$\delta = 0{,}2$ à $25°$.	$\delta = 0{,}1$ à $35°$.
Retournement.........	0,69	0,87	0,74	0,95
Prise instantanée......	0,71	0,88	0,73	0,93

On voit combien est grande l'erreur que l'on commettrait en prenant ces nombres les uns pour les autres et surtout en les confondant avec le coefficient respiratoire réel, qui est supérieur à l'unité et reste constant dans les limites où la respiration elle-même est constante.

C'est seulement avec une densité de chargement très faible, voisine, par exemple, de 0,02, que le coefficient respiratoire apparent se rapproche du rapport réel et, si l'on ne tient pas compte de cette particularité, on s'expose à trouver des nombres trop faibles, d'une quantité qui peut atteindre, pour une forte densité de chargement, jusqu'à 50 pour 100 de leur valeur intrinsèque.

En portant les grandeurs précédentes et d'autres obtenues de la même manière sur l'abaque dont nous venons de parler, on trouve

	m.	c.
Pour 8°	1,00	2,4
Pour 25	1,03	1,5
Pour 35	1,05	0,9

L'observation directe avait donné pour m, aux mêmes époques (décembre-janvier), les valeurs 1,00; 1,04 et 1,07; l'accord est donc aussi satisfaisant que possible entre l'expérience et la théorie.

Détermination du coefficient d'absorption de l'acide carbonique par les feuilles. — A l'aide de ces données et de l'équation que nous avons établie ci-dessus il est facile de déterminer la valeur approximative du nombre c; nous avons ainsi trouvé, comme moyennes d'un grand nombre d'expériences :

	T.	m.	c.	Solubilité de CO^2 dans l'eau s.	Rapport $\frac{c}{s}$.
Fusain (hiver)	8°	1,00	2,41	1,25	1,93
	20	1,04	1,88	0,85	2,21
	25	1,05	1,51	0,73	2,07
	35	1,09	0,81	0,53	1,53
Oseille	8	1,00	3,52	1,25	2,81
Chrysanthème	7	1,02	2,78	1,32	2,10

A toute température et pour les espèces étudiées, le coefficient d'absorption de l'acide carbonique par les feuilles est donc, en nombre rond, à peu près double du coefficient de solubilité du même gaz dans l'eau pure. La sursaturation des tissus qui respirent se trouve ainsi largement démontrée, confirmant en cela l'exactitude de nos prévisions.

Les calculs précédents supposent que la feuille se met en équilibre instantanément avec l'atmosphère ambiante, condition qui ne peut être remplie que si son parenchyme est mince et facilement perméable aux gaz. Dans le cas des organes charnus, comme on en rencontre chez les plantes grasses et les animaux, il se produira nécessairement un retard à la sortie de l'acide carbonique, qui viendra encore accroître cette sursaturation et ajouter au phénomène une complication de plus ; on verra bientôt comment nous avons réussi à l'éluder par l'emploi d'une méthode expérimentale nouvelle.

GÉOLOGIE. — *Sur l'âge des Schistes lustrés des Alpes franco-italiennes.* Note de MM. **W. Kilian** et **Ch. Pussenot.**

On sait qu'en 1894 Marcel Bertrand (¹) signalait à la montagne de Pichery (Haute-Tarentaise) le passage latéral des Schistes lustrés de la Grande-Sassière aux *Marbres phylliteux* du Trias moyen. Depuis lors, les belles recherches de M. S. Franchi (²) ont montré, en un certain nombre de points des Alpes piémontaises, les Schistes lustrés contenant des *Bélemnites* et reposant sur des calcaires triasiques dont la faune indique le Trias supérieur (niveau à *Worthenia solitaria*).

Plus récemment le même auteur (³) a constaté la présence du Rhétien fossilifère à la base de ces Schistes au Pas de la Mulatière et au Pas de l'Ours sur la frontière briançonnaise.

L'un de nous a également indiqué, en collaboration avec MM. Franchi et P. Lory (⁴),

(¹) Marcel Bertrand, *Études dans les Alpes françaises* (*Bull. Soc. géol.*, 3ᵉ série, t. XXII, 1894, p. 128). L'un de nous (W. K.) a eu l'occasion de vérifier récemment, en compagnie de MM. Pierre Lory et Maurice Gignoux, la parfaite exactitude des observations de Marcel Bertrand à Pichery : la partie inférieure des Schistes lustrés passe latéralement et *sans contestations possibles* aux calcaires phylliteux du Trias moyen, dont les bancs alternent avec des Schistes lustrés, près du lac de Plan-Cheval.

Il est à remarquer, toutefois, que les Schistes lustrés à *roches vertes*, de la Grande-Sassière ont une épaisseur considérable et que *ce n'est que leur portion inférieure qui passe latéralement au Trias* de Pichery, la partie principale de ces Schistes pouvant fort bien représenter des niveaux mésozoïques plus élevés.

Il est d'ailleurs facile de voir dans la haute vallée de l'Isère, et à peu de distance du nord-est de Pichery, dans le défilé de Malpasset, sur le flanc opposé de l'Anticlinal du Dôme, le facies *Schistes lustrés* débuter bien plus haut et succéder à une série de dolomies et de *marbres zonés* dont une partie est peut-être jurassique (W. K.) et qui sont identiques à ceux du col de Dormilhouze, dans le Briançonnais oriental.

(²) S. Franchi, *Sull'età mesozoïca della zona delle Pietre Verdi nelle Alpi occidentali* (*Boll. del R. Com. geol. d'Italia*, 1898, nᵒˢ 3 et 4). Voir aussi un excellent résumé de la question dans Taramelli e Parona, *Sull' età da assegnare alla zona delle Pietre Verdi nella Carta geologica delle Alpi occidentali* (*Ibid.*, t. XLII, 1911, nᵒ 1).

(³) Franchi, *Il Retico quale zona di transizione fra la Dolomia principale ed il Lias a facies piemontese calcescisti con Belemniti e Pietre Verdi, nell' alta valle di Susa* (*Boll. del R. Com. geol. d'Italia*, t. XLI, 1910, fasc. 3).

(⁴) Kilian, Franchi et P. Lory, *Bull. Serv. Carte géol. et top. souterr. : C. R. des Collab.*, 1907-1908.

puis avec M. Ch. Jacob (¹), les relations étroites qui existent aux environs de Courmayeur, du Col de la Seigne et des Chapieux entre les Schistes lustrés et le type bréchoïde et cristallin du *Lias* tel qu'il existe en Tarentaise (Villette, Étroits du Ciex). Des brèches polygéniques se montrent en intercalations nombreuses au-dessus des calcaires liasiques et à la base de la série schisteuse, près des Chapieux. L'un de nous (Ch. P.) a retrouvé des brèches analogues en relation avec le Rhétien qui supporte la série schisteuse à la Cime de la Charvie et à la Turge de Pérou, près de Cervières.

Nous venons de constater l'existence dans le complexe de ces mêmes Schistes lustrés, de représentants incontestables de Jurassique moyen et supérieur au Pas de la Mulatière, près du Pas de l'Ours, ainsi qu'au Lasseron et au Gondran dans le Briançonnais.

En se dirigeant vers l'Est, on voit, en effet, les calcaires noirs à Nérinées, *Rhynchonella Hopkinsi* M'Coy (²) découvert par l'un de nous (Ch. Pussenot) en de nombreux points du Briançonnais (l'Eulon, la Cochette, etc.), et continuant l'horizon des calcaires noirs à *Alectrionya costata* Sow., reconnus à la Mortice et à Escreins (W. Kilian, 1898), devenir moins massifs, prendre à l'est de la Clarée une allure schisteuse et s'intercaler au Pas de la Mulatière dans la masse des Schistes lustrés, au-dessous du Rhétien et du Trias renversés et au-dessus de bancs lustrés qui représentent le Malm.

On observe également en effet qu'à l'est de Briançon les marbres roses, blancs ou noirâtres de l'horizon de Guillestre (Jurassique supérieur) encore très bien caractérisés à l'Enlon, à Malafosse, à l'Infernet, subissent une modification progressive lorsqu'on se dirige vers l'Est: on y voit apparaître des bandes siliceuses (³) (l'Enlon, le Creuset, Pont Baldy, près Briançon), d'un aspect tacheté très particulier, les marbres deviennent plus cristallins, rubanés et zonés [ils ont été distingués sur la feuille de Briançon de la Carte géologique par une teinte spéciale près du col de Dormilhouze et rapportés provisoirement et *avec doute* au Trias (T) par l'un de nous (W. K.)] et l'on peut les suivre *sans discontinuité* jusque dans la zone des Schistes lustrés au milieu

---

(¹) Kilian et Jacob, *Comptes rendus*, t. 154, p. 802.

(²) Pussenot, *Bull. Serv. Carte géol. : C. R. des Collab.*, t. XX, 1909-1910.

(³) L'examen microscopique d'une série de préparations d'échantillons prélevés dans ces zones *siliceuses* ne m'a permis, jusqu'à présent, de reconnaître de restes organisés que dans les marbres schisteux du Pas de la Mulatière où abondent des traces très nettes en forme de sphérules attribuables (avec doute) à des *Radiolaires*. Dans les autres échantillons la recristallisation (calcite et quartz) a malheureusement effacé tout vestige d'éléments figurés. Nous poursuivons, néanmoins, ces recherches, car ces zones siliceuses sont à rapprocher de celles du mont Cruzeau près de Bousson (Cézanne) dans lesquelles M. Parona a rencontré une faune de Radiolaires et qui sont intercalés dans les Schistes lustrés. Les schistes du mont Cruzeau appartiendraient au Jurassique supérieur comme la *Radiolarite* de certaines nappes suisses.

desquels on les retrouve avec leurs teintes roses et verdâtres et leurs bandes siliceuses (Pas de la Mulatière, Flanc nord-ouest du Lasseron, etc.).

Les marbres en plaquettes (E. J. de la feuille de Briançon) qui n'ont fourni que des *Puloinulina* et des *Globigerina* peu caractéristiques subissent une transformation analogue et se montrent d'ailleurs indissolublement liés à l'assise précédente par leur base et parfois par des passages latéraux; nous les croyons mésozoïques, au moins en grande partie.

Enfin, les assises argilo-schisteuses foncées que supportent près de Briançon ces *Marbres en plaquettes* et qui ont été rapportés au *Flysch* (Item) sur la feuille de Briançon, bien que rien ne prouve, dans cette région où l'on n'a jamais signalé de dépôts nummulitiques fossilifères à l'est de Montdauphin, d'une façon certaine leur âge *éogène* et qu'elles soient parfois étroitement liées par des passages en apparence insensibles aux Marbres en plaquettes, vont également se fondre vers l'Est dans la masse puissante des Schistes lustrés dont ils forment la partie supérieure plus feuilletée et plus argileuse, portion *pétrographiquement bien distincte* (Gondran) de la masse plus calcaire des Schistes lustrés du Piémont qui semble d'ailleurs localisée aux environs de Briançon (1) et dans quelques synclinaux de la zone du Piémont.

En résumé, on peut distinguer dans l'ensemble désigné sous le nom de *Schistes lustrés du Piémont* deux parties distinctes, à savoir :

a. Une série sédimentaire de facies spécial à laquelle le double effet d'une sorte de métamorphisme régional avec intrusions éruptives basiques (pietre verdi) et d'une déformation mécanique (laminage) énergique a donné un caractère particulier et qui, suivant les points considérés, débute dès le Trias moyen (Pichery), le Rhétien ou le Lias (massif du Chaberton) et comprend le facies schisteux du Jurassique moyen, du Jurassique supérieur (Pas de la Mulatière, Flanc nord du Lasseron) et l'équivalent d'une partie des *Marbres en plaquettes* du Briançonnais qui représentent le sommet de la série mésozoïque.

Les intrusions de *roches vertes*, fréquemment transformées en véritables micaschistes par les actions dynamiques, sont limitées à cette première série dont elles forment un des éléments les plus caractéristiques.

---

(1) L'un de nous (Ch. Pussenot) avait, avant les explorations communes qui ont confirmé ses observations, *Comptes rendus Collab. pour* 1911 (*Bull. Serv. Carte géol.*, t. XXI, n° 132, p. 663), énoncé quelques-uns de ces faits, dans les termes suivants :

« Il résulte de ces constatations que le Bathonien, le Malm, les Marbres en plaquettes et le Flysch (Item de la Carte) si identiques à eux-mêmes du col des Rochilles au Queyras, comme on le sait, perdent par degrés leur individualité à l'est d'une ligne qui joint le col d'Isoard au col des Thures pour se fondre en une série unique et d'une remarquable uniformité pétrographique connue sous le nom de *Schistes lustrés du Piémont* et à la base de laquelle viennent s'ajouter le Rhétien supérieur et l'Hettangien ».

Des intrusions semblables s'observent d'ailleurs plus à l'Ouest *dans le* facies *Briançonnais normal* du Trias (Chaberton, Rio Secco, Pichery), du Rhétien (Lasseron) et du Malm (Val-des-Prés, versant nord-est du Lasseron); elles viennent, comme aussi la *continuité de facies des calcaires triasiques dans la série briançonnaise et dans le substratum des Schistes lustrés voisins*, attester ainsi la solidarité étroite qui relie près de Briançon la zone du Briançonnais proprement dite à la partie voisine de la zone du Piémont *sans qu'il soit possible de trouver entre les deux la trace d'aucune ligne de discontinuité ou de charriage de quelque importance* (1).

b. Une série de facies assez analogue à la précédente, mais formée d'assises moins calcaires, plus feuilletées et plus argileuses, coupée de bancs brunâtres siliceux ou gréseux et rappelant vivement le Flysch de l'Embrunais auquel elle passe insensiblement vers l'Ouest et les Schistes brunâtres qui succèdent près de Briançon aux *Marbres en plaquettes*; son âge ne peut être qu'éogène.

Cette série, qui s'observe superposée à la précédente en plusieurs points des environs de Briançon et notamment au Gondran et dans le massif de Prorel, *ne contient les roches vertes qu'en galets* formant les brèches signalées par l'un de nous dès 1889 à l'Alpet et retrouvées dans le Flysch éogène incontestable des environs de Mont-Dauphin ainsi que les brèches de l'Eychouda décrites par M. Termier et dans lesquelles l'un de nous a signalé des galets de Jurassique supérieur. Elle paraît posséder une importance beaucoup moins grande que la série *a* et se montrer localisée dans le Briançonnais où elle occupe quelques replis synclinaux de la série précédente. Le fait que les roches vertes de la série précédente, et les gneiss et les micaschistes basiques qui en dérivent par dynamométamorphisme, s'y rencontrent à l'état remanié (Alpet, Eychouda) conduit *nécessairement* à conclure qu'*entre les deux séries se place une interruption de sédimentation* et une *phase* importante de *mouvements organiques*, elle-même antérieure d'ailleurs au plissement de la zone briançonnaise.

Il résulte de ces faits que si l'on peut appliquer, avec M. Termier, aux Schistes lustrés l'expression suggestive de série *compréhensive*, il importe de spécifier que, dans les Alpes franco-italiennes, cette série *n'est réellement compréhensive que pour les assises mésozoïques* (2) (Trias-Marbres en plaquettes) et que la portion de ces Schistes, vraisemblablement plus restreinte et plus localisée (environs de Briançon) qui appartient au Tertiaire et n'a été confondue avec les précédents que par suite d'une analogie toute superficielle et *en est probablement séparée par une lacune stratigra-*

(1) Nous nous proposons de montrer cette continuité dans un prochain travail.

(2) Cette conclusion concorde avec la présence de fossiles crétacés dans les Schistes analogues de l'Appennin et du Rhætikon. Il serait important de délimiter les dépôts tertiaires (*Flysch*) qui ont été fréquemment (Rhætikon) confondus avec les véritables Schistes lustrés mésozoïques.

phique et une discordance importante dont les dislocations subséquentes ont sans doute effacé la trace.

Il nous a paru important, à l'heure actuelle où l'extension des Schistes lustrés dans les nappes des Alpes orientales et de la Corse a été mise en évidence, notamment par les travaux de M. Termier, d'attirer l'attention sur ces faits dont devra tenir compte à l'avenir tout essai de synthèse relatif à cette curieuse formation.

M. **Ch. Lallemand** fait hommage à l'Académie d'un opuscule qu'il vient de publier, intitulé : *Compensation d'un réseau de nivellements par la méthode des coefficients indéterminés*.

M. **Julius Bernstein** fait hommage à l'Académie de son Ouvrage intitulé : *Elektrobiologie*.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie de scrutin, à l'élection d'un Membre de la Section d'Anatomie et Zoologie, en remplacement de M. *Joannès Chatin*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre de votants étant 60,

M. Marchal	obtient.....	42	suffrages
M. Houssay	»	16	»
M. Charles Janet	»	1	suffrage
M. Joubin	»	1	»

M. **Marchal**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Son élection sera soumise à l'approbation de M. le Président de la République.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Discours sur l'évolution des connaissances en histoire naturelle*, par Georges Pennetier.

2° Une série de feuilles des *Cartes de France, Algérie, Tunisie, Maroc.* (Hommage du SERVICE GÉOGRAPHIQUE DE L'ARMÉE.)

3° *Tables des poids de l'air* γ_t^b, *des équivalents barométriques* β_t^b *et de la gravité g*, par M. S. RIEFLER. (Présenté par M. B. Baillaud.)

4° *Traité de l'alimentation et de la nutrition à l'état normal et pathologique*, par M. E. MAUREL. (Présenté par M. A. Gautier.)

[Renvoi à la Commission du prix Montyon (Médecine et Chirurgie), pour le Concours de 1913.]

MM. **H. ARSANDAUX, MAURICE BAGROS, L. GRIMBERT, JULES WOLFF** adressent des remercîments pour les distinctions que l'Académie a accordées à leurs travaux.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur l'origine des planètes et de leurs satellites.* Note de M. **KR. BIRKELAND.**

Guidé par des analogies expérimentales, j'ai été amené à penser qu'il existe, dans les systèmes solaires en évolution, des forces d'origine électromagnétique du même ordre de grandeur que celle de la gravitation, et que ces forces agissant de concert ont donné naissance autour du Soleil à des planètes ayant des orbites presque circulaires, situées à peu près dans le même plan, à des lunes et à des anneaux autour des planètes, à des nébuleuses en forme d'anneaux ou de spirales.

Les lunes les plus éloignées, récemment découvertes près de Jupiter et de Saturne, avec leur révolution *rétrograde*, n'infirment pas cette théorie ; au contraire, celle-ci nous suggère en effet que si de nouvelles planètes sont découvertes suffisamment loin de Neptune, elles devront avoir elles aussi, semblerait-il, une révolution rétrograde autour du Soleil.

Comme supposition fondamentale, je mets en fait que tous les soleils ont, par rapport à l'espace de l'Univers, une énorme tension électrique négative, qui diffère pour les différentes étoiles, mais qui, comme ordre de grandeur, tourne autour de 600 millions de volts pour notre Soleil et pour des soleils d'une classe semblable.

Au moyen d'analogies expérimentales, j'ai cherché à montrer comment un champ magnétique peut alors se former autour de l'étoile, avec son axe le long de l'axe de sa rotation, et comment des décharges électriques pro-

venant ensuite du corps central peuvent se produire de préférence autour du plan équatorial magnétique avec projection continuelle de particules matérielles électrisées, qui continuent leur course dans ce même plan.

L'examen mathématique nous amène à la conclusion que, pour des particules de ce genre dans le plan équatorial, il existe un certain nombre de cercles-limites, dont certains groupes de particules s'approcheront asymptotiquement, tandis que la plupart des particules retomberont sur le corps central, à moins que la forme de projection ne leur ait donné une vitesse suffisante pour qu'elles quittent complètement le système.

On peut démontrer que la condition nécessaire et suffisante pour qu'une particule s'approche d'un cercle-limite ayant un rayon nr_0, quand $n > 1+\sqrt{2}$, est que les équations suivantes aient lieu pour une valeur $\mathfrak{S}$ entre -1 et $+1$:

$$(1)\qquad \frac{r_0 v_0^2}{-\mu} = 2 - \frac{1}{n} + \frac{1}{n(n+\mathfrak{S}\sqrt{2n+1})}$$

$$(2)\qquad \frac{v_0^2 r_0^4}{\lambda^2 M^2} = \left[2 - \frac{1}{n} + \frac{1}{n(n+\mathfrak{S}\sqrt{2n+1})}\right]\frac{(n+\mathfrak{S}\sqrt{2n+1})(n+1+\mathfrak{S}\sqrt{2n+1})}{n^3}$$

$$(3)\qquad l-2 = n+\mathfrak{S}\sqrt{2n+1},$$

où

$$l = -kn, \qquad n = \frac{r}{r_0}, \qquad r_0^2 v_0 \sin\alpha_0 = \lambda M(1+k),$$

où r_0 est le rayon du corps central, v_0 la vitesse initiale sous l'angle α_0 de la particule et où λ, μ et M sont certaines constantes.

Nos équations nous amènent à ce résultat que des particules n'ayant qu'une petite masse par rapport à la charge électrique donneront lieu à des cercles-limites d'un *plus grand* rayon que des particules qui présentent une grosse masse par rapport à la charge. En outre, si l'on suppose toutes conditions égales d'ailleurs, les particules négatives s'approcheront en révolution rétrograde de cercles-limites d'un *plus grand* rayon que les particules positives, qui se meuvent en révolution directe vers leurs cercles-limites, pourvu que le Soleil soit aimanté à l'opposé de la Terre (voir *Comptes rendus*, 24 janvier 1910).

Les particules qui s'approchent d'un cercle-limite peuvent continuer à se mouvoir là pendant tout le temps. Il est cependant probable qu'elles s'amassent en globules de plus en plus grandes, qui à la fin formeront une planète, la charge électrique dans les particules primitives devant se perdre.

Si la charge des particules disparaît *subitement*, l'analyse montre que les

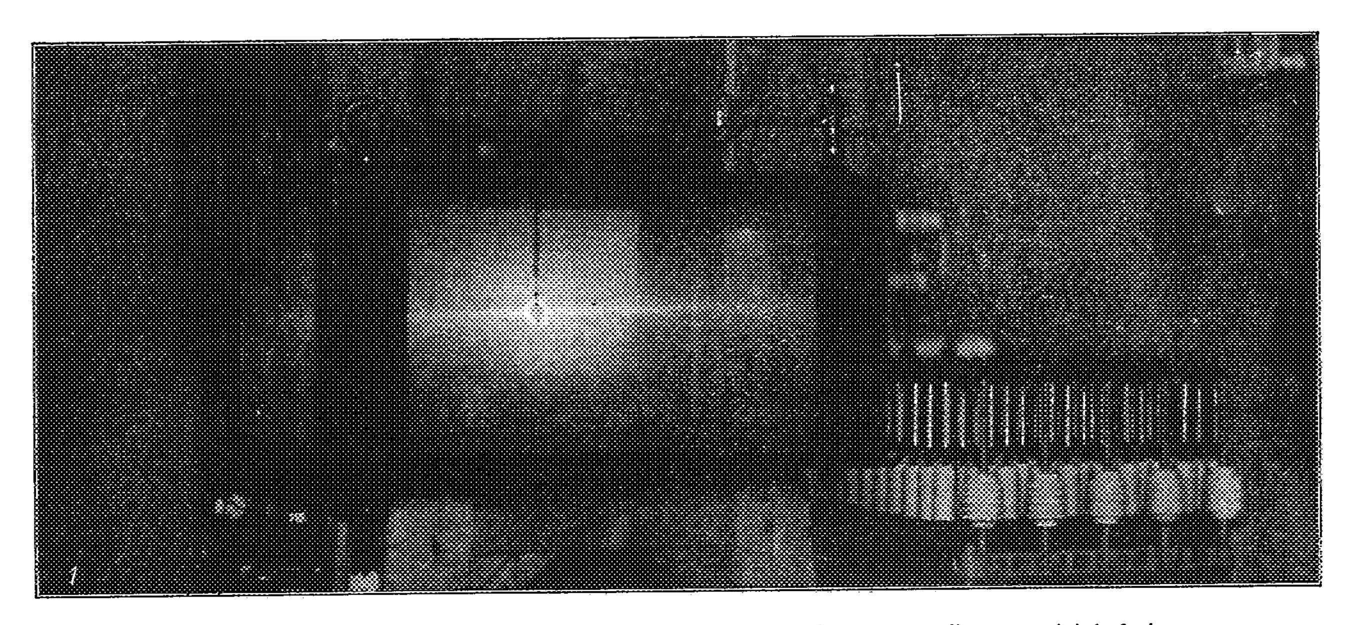
particules décrivent ensuite autour du corps central des ellipses, dont le périhélie se trouve dans le cercle-limite et que l'excentricité est

$$e = \frac{1}{l - 2}.$$

Que l soit grand et que, par conséquent, l'excentricité e soit petite, lorsque r (le rayon du cercle-limite) est grand par rapport à r_0, ceci ressort de la relation suivante qui doit être remplie :

$$n + 2 - \sqrt{2n+1} \leqq l \leqq n + 2 + \sqrt{2n+1}.$$

Pour que nos suppositions puissent se réaliser, il faudrait qu'il fût



Décharge d'un globe-cathode magnétique de $2^{cm},5$ de diamètre dans un vase d'une capacité de 320^l.

prouvé que par exemple les particules métalliques qui se trouvent projetées d'une cathode de métal emportent avec elles, en tout cas en grande partie, une charge *positive*.

De nombreuses expériences m'ont permis de démontrer avec une évidence parfaite que c'est précisément le cas. La vérification s'est opérée en pesant les quantités de palladium projetées à travers une fente et déposées sur un petit écran. On trouve qu'il y a des particules avec une charge positive et d'autres plus nombreuses avec une charge négative, et qu'elles

peuvent être séparées les unes des autres, soit sous l'action de forces magnétiques intenses, soit dans un champ électrique.

Il semble que les phénomènes qui se déroulent dans une cathode pendant une décharge dans le vide peuvent, à certains égards, se comparer à un processus radioactif.

Les rayons cathodiques devraient en ce cas pouvoir être jusqu'à un certain point comparés avec les rayons β, tandis que les rayons K_1 et les atomes positifs métalliques projetés de la cathode pourraient correspondre aux rayons α.

Je procède actuellement à des essais en vue de constater s'il se dégage de la chaleur par désintégration d'une cathode, de la même façon que lorsque le radium se transforme. Cette dernière question paraît avoir une importance fondamentale pour la question de la provision de chaleur et de la durée de la vie du Soleil et des étoiles.

Nous supposons que tout système stellaire en évolution projette dans l'espace des corpuscules électriques. L'hypothèse paraît donc vraisemblable que la plus grande partie des masses matérielles dans l'Univers ne se trouve pas dans les systèmes solaires ou dans les nébuleuses, mais bien dans l'espace vide qu'on peut penser rempli de corpuscules électriques volants, atomes et molécules des différents éléments chimiques.

Si une masse comme celle de notre système solaire devait être uniformément répartie, par exemple comme des atomes de fer dans un globe, avec un rayon égal à la distance qui le sépare de l'étoile la plus proche (α Centauri), il ne tomberait qu'un seul atome par 8^{cm^3} de l'espace. Il est probable qu'aucun fait connu ne nous empêche d'admettre par hypothèse l'existence dans l'espace d'une quantité d'atomes volants, par exemple 100 fois plus grande que celle indiquée ci-dessus.

ASTRONOMIE. — *Éléments elliptiques de la comète 1912 (b) Schaumasse; identité de cet astre avec la comète de Tuttle.* Note de MM. **Fayet** et **Schaumasse**, présentée par M. Bassot.

Grâce à de nouvelles observations, obtenues par M. Schaumasse les 28 octobre et 1er novembre, nous avons pu conclure les éléments elliptiques ci-dessous; nous les rapprochons de ceux de la comète périodique Tuttle, corrigés des perturbations approchées dues à l'action de Jupiter durant la proximité de 1900-1901 et calculées par M. Fayet.

		Comète 1912 *b*.	Comète Tuttle.
	T......	1912 oct. 28,4106 t. m. de Paris	
1912,0	☊.....	269°.33′.57″	269°.53′
1912,0	π......	116.25.26	116.29
1912,0	*i*......	55. 0.24	55.14
	e......	0,80551	0,81809
	log*q*...	0,01191	0,01220

Il ne peut donc plus subsister aucun doute relativement à l'identité des deux astres.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations spectroscopiques de la comète* 1912 *a* (Gale) *faites à l'Observatoire de Meudon*. Note de M. **P. Idrac**, présentée par M. Deslandres.

La comète 1912 A a été étudiée à Meudon avec l'équatorial de huit pouces et la chambre à prisme objectif et à grande concentration de lumière fixée à cet appareil et déjà décrite (¹).

Cette comète a un noyau stellaire qui donne un spectre continu et est entouré d'une chevelure. La queue, quoique visible à l'œil, était trop faible pour donner un spectre photographique dans les conditions où l'on opérait.

Une série de clichés a été obtenue; les principaux sont les suivants :

19 octobre, plaque Σ Lumière, pose 12 minutes.
30 octobre, plaque vérichrome Wratten, pose 30 minutes.
1er novembre, plaque vérichrome Wratten, pose 1 heure 45 minutes.

C'est cette dernière plaque faite avec l'absence de la Lune qui a donné les principaux résultats.

Ces clichés montrent le spectre ordinaire des comètes, composé des radiations des hydrocarbures et du cyanogène; on y voit entre autres les bandes de Swan, à savoir le groupe orangé à 600, le groupe jaune à 555, le vert à 513 et le bleu à 470. A noter aussi une condensation plus faible à 436,5 et deux autres à 405 et à 402, cette dernière pouvant coïncider avec la raie 402,2 signalée dans la queue des comètes.

Le spectre du cyanogène est représenté par les radiations 421,6; 388,3 et 386,7, les deux dernières intenses.

(¹) *Comptes rendus* du 9 mai 1910.

ASTRONOMIE. — *Découverte et observations de la comète c 1912, faites à l'Observatoire de Marseille.* Note de M. **Borrelly**, présentée par M. B. Baillaud.

Comète 1912 *c* Borrelly.

Dates. 1912.	Temps moyen de Marseille.	Différence en Æ.	Différence en déclin.	Nombre de compar.	Æ apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.	★.
Nov. 2...	7h59m10s	−2m35s,35	+ 4′47″,0	5:5	17h47m13s,52	+$\bar{1}$,728	+38°55′12″,5	+0,573	*a*
» 2...	11.19.28	−1.48,20	− 4.16,7	5:5	17.48. 0,67	+$\bar{1}$,664	+38.46. 8,8	+0,400	*a*

Position de l'étoile de comparaison.

★.	Gr.	Æ moyenne, 1912,0.	Réduction au jour.	Ⓓ moyenne, 1912,0.	Réduction au jour.	Autorité.
a.......	6,8	17h49m48s,54	+0s,33	+38°50′21″,7	− 3″,8	7354 Lund, A.G.

Remarque. — La comète est brillante 9e,5, étendue 2′, ronde avec un noyau et sans queue.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Les problèmes de Cantor et de Dubois-Reymond dans la théorie des séries de polynomes de Legendre.* Note de M. **Michel Plancherel**, présentée par M. Émile Picard.

Étant donné un système normé de fonctions $\varphi_p(x)$ $(p = 1, 2, 3, \ldots)$, orthogonales dans un intervalle (a, b)

$$\int_a^b [\varphi_p(x)]^2\,dx = 1, \qquad \int_a^b \varphi_p(x)\,\varphi_q(x)\,dx = 0, \qquad p \neq q,$$

on peut se poser à son sujet les deux problèmes suivants :

1. *Problème de Cantor.* — Peut-il exister deux séries différentes $\Sigma a_p\varphi_p(x)$, $\Sigma b_p\varphi_p(x)$, $(a_p \not\equiv b_p)$ convergeant vers la même fonction $f(x)$; en d'autres termes, existe-t-il une série $\Sigma c_p\varphi_p(x)$ convergeant vers zéro dans tout l'intervalle (a, b) sans que $c_p = 0$?

2. *Problème de Dubois-Reymond.* — Si la série $\Sigma a_p\varphi_p(x)$ converge dans

(a, b) vers la fonction $f(x)$, peut-on en conclure que

$$\int_a^b f(x)\varphi_p(x)\,dx = a_p,$$

au cas où toutes ces intégrales ont un sens?

Ces problèmes se sont présentés pour la première fois dans la théorie des séries trigonométriques. Les belles recherches de MM. U. Dini (¹) et A. Haar (²) les résolvent dans le cas des systèmes orthogonaux formés par les fonctions de Sturm-Liouville, solutions de l'équation différentielle

$$\frac{d}{dx}\left[p(x)\frac{du}{dx}\right] + q(x)u + \lambda u = 0,$$

où l'on suppose $p(x) > 0$ dans tout l'intervalle $a \leqq x \leqq b$. Les méthodes, d'ailleurs différentes, de ces deux savants permettraient certainement, sans exiger de modifications par trop profondes dans les raisonnements, de résoudre ces deux problèmes dans certains cas où $p(x)$ s'annule dans l'intervalle (a, b) ou à ses extrémités. Nous préférons cependant suivre une voie différente qui a l'avantage de conserver une analogie plus directe avec la méthode donnée par M. O. Hölder pour les séries trigonométriques. Elle revient à faire correspondre à toute équation différentielle du second ordre, adjointe à elle-même, une surface de révolution sur laquelle on peut définir d'une manière géométrique très simple un *paramètre généralisé de Beltrami* jouant, pour les systèmes orthogonaux de fonctions résultant de cette équation, le même rôle que la dérivée seconde généralisée pour les fonctions trigonométriques. Nous nous bornerons ici à traiter le cas des polynomes de Legendre, auxquels notre méthode fait correspondre la sphère comme surface de révolution.

Soient $F(\vartheta, \varphi)$ une fonction du point (ϑ, φ) sur la sphère-unité, ω la distance sphérique des deux points (ϑ, φ), (ϑ', φ'). Formons l'expression

$$\Delta_2 F(\vartheta, \varphi; h) = \frac{1}{s'(h)}\int_{\omega=h} F(\vartheta', \varphi')\,ds' - F(\vartheta, \varphi),$$

dans laquelle l'intégrale est prise le long du petit cercle de centre (ϑ, φ) et de rayon sphérique h, ds' désignant l'élément d'arc au point (ϑ', φ') et

(¹) U. Dini, *Sugli sviluppi in serie per la rappresentazione analitica delle funzioni di una variabile reale*, Pisa, 1911.

(²) A. Haar, *Zur Theorie der orthogonalen Funktionensysteme* : II (*Mathematische Annalen*, Bd. LXXI), 1911.

$s'(h) = 2\pi \sin h$ le périmètre du petit cercle. Le quotient $\dfrac{\Delta_2 F(\vartheta, \varphi; h)}{\sin^2 \frac{h}{2}}$ est l'analogue cherché de $\dfrac{f(x+h)+f(x-h)-2f(x)}{h^2}$. Notons par $\Delta_2^* F(\vartheta, \varphi)$ et appelons *paramètre généralisé de Beltrami* sur la sphère sa limite pour $h = 0$; au cas où $F(\vartheta, \varphi)$ possède au point (ϑ, φ) une différentielle totale du second ordre, on a en effet

$$\Delta_2^* F(\vartheta, \varphi) = \frac{1}{\sin \vartheta} \frac{\partial}{\partial \vartheta}\left(\sin \vartheta \frac{\partial F}{\partial \vartheta}\right) + \frac{1}{\sin^2 \vartheta} \frac{\partial^2 F}{\partial \varphi^2} \equiv \Delta_2 F(\vartheta, \varphi),$$

d'où la dénomination. Le lemme suivant est d'une grande importance :

Lemme. — *Si à l'intérieur d'un domaine Ω de la sphère*

$$|\Delta_2^* F(\vartheta, \varphi| < M,$$

alors, en tout point intérieur de Ω et pour toute valeur de h $\left(< \frac{\pi}{2}\right)$ assez petite pour que le petit cercle de centre (ϑ, φ) et de rayon h soit tout entier dans Ω

$$\left| \frac{\Delta_2 F(\vartheta, \varphi; h)}{\sin^2 \frac{h}{2}} \right| < \frac{M}{\cos h}.$$

Une conséquence immédiate de ce lemme est que toute fonction $F(\vartheta, \varphi)$ qui vérifie dans un domaine sphérique l'équation $\Delta_2^* F(\vartheta, \varphi) = 0$ est une fonction harmonique dans ce domaine.

Une suite quelconque de constantes a_n, telles que $\lim\limits_{n=\infty} \frac{a_n}{n} = 0$ étant donnée, on peut former la fonction

$$F(\vartheta) = -\sum_{n=1}^{\infty} \frac{a_n}{n(n+1)} P_n(\cos \vartheta) \qquad (0 \leqq \vartheta \leqq \pi).$$

et l'on peut démontrer le théorème fondamental :

En tout point $\vartheta \neq 0, \pi$

$$\lim_{h=0} \frac{\Delta_2 F(\vartheta, h)}{\sin \frac{h}{2}} = 0$$

et en tout point de convergence de la série $\Sigma\, a_n P_n(\cos \vartheta)$

$$\Delta_2^* F(\vartheta) = \sum_{n=1}^{\infty} a_n P_n(\cos \vartheta).$$

On déduit facilement de là le théorème d'*unicité* suivant, relatif au problème de Cantor :

Pour que la série $\Sigma a_n P_n(x)$ *converge vers zéro en tout point de l'intervalle* $(-1, +1)$, *à l'exception au plus des points d'un ensemble réductible, il faut et il suffit que tous les coefficients* a_n *soient nuls.*

Ce théorème a été donné pour la première fois par M. Dini ([1]) qui y est arrivé par une méthode exigeant des calculs très laborieux. Le théorème d'unicité et le lemme donné plus haut permettent d'aborder le problème de Dubois-Reymond de la même manière que dans le cas des séries trigonométriques et d'y donner la solution suivante :

I. *Si la série* $\sum_0^\infty a_n P_n(x)$ *converge en tout point de l'intervalle* $(-1, +1)$, *à l'exception au plus des points d'un ensemble réductible, vers une fonction* $f(x)$ *bornée dans cet intervalle, on a*

$$a_n = \frac{2n+1}{2}\int_{-1}^{+1} f(x)\, P_n(x)\, dx.$$

II. *Étant donnée une suite quelconque de nombres* $a_0, a_1, \ldots, a_n, \ldots,$ *la condition nécessaire et suffisante pour qu'il existe une fonction sommable* $f(x)$ *telle que*

$$a_n = \frac{2n+1}{2}\int_{-1}^{+1} f(x)\, P_n(x)\, dx$$

est que la série $\sum_0^\infty a_n \int_{-1}^{x} P_n(x)\, dx$ *converge dans tout l'intervalle* $(-1, +1)$ *vers* $\int_{-1}^{x} f(x)\, dx$.

PHYSIQUE. — *Sur le spectre de rotation magnétique de la vapeur de brome.* Note de M. G. **Ribaud**, présentée par M. J. Violle.

L'étude magnéto-optique des vapeurs absorbantes a déjà fait l'objet d'un certain nombre de travaux.

([1]) U. Dini, *Sulla unicità degli sviluppi delle funzioni di una variabile in serie di funzioni* X_n (*Annali di Matematica pura ed applicata*, 2e série, t. VI, 1874).

Righi (¹) a trouvé que, si l'on place entre les pièces polaires percées d'un électro-aimant une flamme colorée par le sodium, une cuve contenant des vapeurs nitreuses ou bien encore la même cuve contenant des vapeurs d'iode ou de brome, et si l'on dispose, de part et d'autre, sur le trajet d'un faisceau lumineux parallèle aux lignes de force deux nicols à l'extinction, la lumière est rétablie lorsqu'on lance le courant. Cotton, d'autre part, a fait une expérience analogue perpendiculairement aux lignes de force, les deux nicols à l'extinction étant alors à 45° de ces lignes. L'extinction est encore détruite dans le cas du sodium, et les phénomènes qu'on observe sont complètement expliqués (Macaluso et Corbino, Voigt et Wiechert). On voit encore une faible réapparition de lumière dans le cas des vapeurs nitreuses; mais Cotton n'a pu constater le même fait dans le cas des vapeurs d'iode et de brome, et se demande si la même explication convient dans tous les cas pour rendre compte de l'expérience de Righi. Il fait remarquer (²) que, même si le phénomène de Zeeman n'existe pas, le pouvoir rotatoire magnétique peut prendre des valeurs notables au voisinage des raies d'absorption où l'indice varie très vite.

R.-W. Wood (³) a montré que, dans le cas de la vapeur d'iode, à la température ordinaire, le spectre de la lumière rétablie dans l'expérience de Righi est formé de raies brillantes coïncidant *en partie* avec *certaines* raies d'absorption, les intensités relatives n'étant d'ailleurs pas les mêmes pour les raies qui se correspondent. Il n'a pu, faute de lumière, étudier de même au réseau la lumière rétablie dans le cas de la vapeur de brome.

C'est de cette vapeur que je me suis occupé, en utilisant des champs plus intenses donnés par le gros électro-aimant Weiss de l'École Normale, et en prenant le soin de faire varier systématiquement la densité de la vapeur : à cet effet, un récipient soudé à la cuve renfermait du brome liquide qu'on portait à une température variable.

Recherche du phénomène de Zeeman. — J'ai recherché à nouveau si ce phénomène existait en utilisant un champ plus intense que celui employé par Dufour (⁴) et en prenant la précaution d'employer un double analyseur circulaire pour observer les modifications des raies d'absorption. Le résultat a été négatif; le phénomène de Zeeman, s'il existe, n'atteint pas $\frac{1}{20}$ d'unité d'angström dans un champ de 24000 gauss.

Recherche de l'effet transversal. — En répétant l'expérience de Cotton avec un champ de 28000 gauss, je n'ai observé, quelle que soit la densité de vapeur, aucun rétablissement de lumière entre deux nicols croisés à 45° des

(¹) Righi, *Comptes rendus*, t. 127, 1898, p. 216.
(²) Cotton, *Phénomène de Zeeman*, p. 100.
(³) R.-W. Wood, *Philosophical Magazine*, t. XII, 1906, p. 329.
(⁴) Dufour, *Radium*, 1908, p. 86.

lignes de force. Il serait d'ailleurs intéressant, à ce point de vue, de rechercher si, pour les vapeurs nitreuses, la faible lumière rétablie perpendiculairement au champ n'est pas formée des raies pour lesquelles on a observé un léger phénomène de Zeeman.

Étude du spectre de rotation magnétique. — Les nicols étant à l'extinction, la cuve vide étant seule placée dans un champ de 19500 gauss, on laisse rentrer progressivement la vapeur. La quantité de lumière rétablie augmente progressivement, passe par un maximum, puis décroît pour s'annuler lorsque la pression prend une valeur suffisante. L'étude de cette lumière faite au réseau montre que, aux faibles pressions (1^{mm}), aux raies intenses d'absorption correspondent des raies brillantes dans le spectre magnétique. Si l'on augmente la pression, la raie brillante correspondant à une forte raie d'absorption va en s'affaiblissant puis disparaît; au contraire, les raies faibles produisent un rétablissement qui va en s'accentuant. Aux fortes pressions (10^{cm}) les deux spectres n'ont plus qu'un très lointain rapport. On retrouve sur une plus grande échelle les particularités observées par Wood pour la vapeur d'iode.

Tous ces résultats s'expliquent aisément si l'on remarque que, en même temps que la lumière est rétablie, elle est absorbée. Si l'on admet que pour une longueur d'onde déterminée la différence $n_1 - n_2$ des indices pour les vibrations droites et gauches, est proportionnelle à la pression p et aussi au champ H, on a pour la rotation α, en désignant par d l'épaisseur de vapeur traversée,

$$\alpha = \frac{\pi(n_1 - n_2)d}{\lambda} = \mathrm{AH}\,pd$$

et la quantité de lumière rétablie, en tenant compte de l'absorption, est

$$\mathrm{Q} = \mathrm{BH}^2 e^{-apd} p^2 d^2.$$

Cette formule montre que, pour une raie déterminée, si l'on se fixe le champ et si l'on fait varier p, Q d'abord nulle passe par un maximum pour $pd = \frac{2}{a}$, puis tend vers zéro. Si de plus on compare entre elles les courbes donnant Q pour une raie intense et pour une raie faible d'absorption, on voit que, aux basses pressions, la raie intense est celle qui rétablit le plus de lumière; aux fortes pressions c'est l'inverse qui a lieu.

C'est donc à la rotation magnétique seule au voisinage des raies d'absorption que je suis conduit à attribuer les faits observés avec la vapeur de

brome. Avec cette interprétation, si l'on faisait l'expérience de Righi en employant une lumière rigoureusement monochromatique, le faisceau sortant de l'électro présenterait un état de polarisation défini, les vibrations seraient rectilignes ou elliptiques, suivant que les rotations seraient ou non accompagnées de dichroïsme circulaire magnétique. J'ai donc essayé l'expérience de Righi avec la lumière verte d'un arc au mercure modèle Dufour (6 ampères). Elle réussit encore. Mais on ne peut éteindre la lumière, même en utilisant un analyseur elliptique muni d'un quart d'onde permettant de bonnes extinctions (1).

J'ai été conduit ainsi à admettre que, dans l'épaisseur de la raie verte de l'arc au mercure il existe plusieurs raies d'absorption du brome, chacune d'elles intervenant pour son propre compte. Or précisément Wood vient d'annoncer (2) que, dans le cas de la vapeur d'iode, l'étude du spectre d'absorption faite avec un appareil dispersif très puissant lui a montré qu'il existe dans l'épaisseur de la raie verte de l'arc au mercure 7 raies d'absorption distinctes. Nous arrivons par des voies différentes à la même conclusion sur la finesse relative des raies d'absorption de ces halogènes et de la raie verte de l'arc au mercure.

En résumé, le rétablissement de lumière observé longitudinalement dans le champ magnétique ne peut être attribué à un effet Zeeman; *toutes* les raies d'absorption du brome montrent le phénomène de polarisation rotatoire magnétique, à condition toutefois d'opérer pour une raie déterminée avec une tension de vapeur convenable. L'aspect du spectre rotatoire magnétique change complètement si l'on modifie la pression. L'étude du phénomène en lumière monochromatique nécessiterait l'emploi de raies beaucoup plus fines que celles de l'arc au mercure.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'ionisation des gaz par les rayons de Schumann.* Note de MM. **Léon** et **Eugène Bloch**, présentée par M. E. Bouty.

Les rayons ultraviolets ordinaires, pour lesquels l'air et le quartz sont très transparents, ne possèdent pas la faculté d'ioniser les gaz. Les effets qui leur ont été parfois attribués n'existent pas quand les gaz sont privés

(1) Chaumont, *Comptes rendus*, t. 154, 1912, p. 271.
(2) R.-W. Wood, *Philosophical Magazine*, octobre 1912, p. 681.

de poussières (¹). Ces rayons possèdent seulement la faculté de produire, lorsqu'ils rencontrent un métal, l'effet photoélectrique de Hertz.

Les rayons ultraviolets extrêmes ou rayons de Schumann diffèrent-ils à cet égard des rayons ultraviolets ordinaires? Cette question doit être résolue par l'affirmative, comme l'ont fait voir Palmer (²), Hughes (³), Cannegieter (⁴), Lenard et Ramsauer (⁵). Les expériences que nous avons effectuées par la méthode des courants gazeux en employant comme source un tube à hydrogène viennent à l'appui des résultats publiés par ces auteurs. Elles nous ont permis d'établir : 1° l'existence d'une ionisation en volume; 2° la production de petits ions des deux signes; 3° l'extrême sensibilité des phénomènes à des traces infimes d'impuretés dans le gaz (⁶).

Cette sensibilité est un obstacle extrêmement grand à l'emploi des méthodes de courants gazeux. Nous avons songé alors à utiliser une méthode statique en déterminant exactement la part qui revient, dans les effets observés, à l'effet Hertz des rayons ultraviolets ordinaires et aux rayons de Schumann. En même temps nous avons voulu comparer, pour ces derniers rayons, les grandeurs de l'effet Hertz et de l'effet d'ionisation.

La source utilisée est un tube à décharges contenant de l'hydrogène pur sous une pression de $1^{mm},5$ environ. Ce tube est fermé par une fenêtre de fluorine de 3^{mm} d'épaisseur. Sur ce tube est mastiqué un tube de verre renfermant un gaz sous pression variable et la chambre d'ionisation. Celle-ci comporte un plateau de laiton relié à l'électromètre et un cylindre de laiton entourant le plateau. Le cylindre est fermé à l'avant par une toile métallique parallèle à la fenêtre de fluorine dont elle est séparée par 3^{mm}-4^{mm}. La lumière du tube passe à travers cette toile et tombe normalement sur le plateau qui en est distant de 1^{cm} environ. *Entre la toile métallique et la fenêtre de fluorine, on peut intercaler à volonté une lame de quartz de 1^{mm} d'épaisseur, mue de l'extérieur au moyen d'un aimant.*

L'ultraviolet de Schumann est pratiquement coupé par 1^{mm} de quartz. Les effets observés quand la lame est en place doivent être attribués à l'ultraviolet ordinaire. Ceci posé, voici ce qu'on observe lorsqu'on fait

---

(¹) Voir E. Bloch, *Comptes rendus*, t. 146, 1908, p. 892.

(²) Palmer, *Nature*, t. LXXVII, 1908, p. 582, et *Physical Review*, t. I, 1911.

(³) Hughes, *Proc. Camb. Phil. Soc.*, octobre 1910.

(⁴) Cannegieter, *Proc. Amst.*, 1911, p. 1114.

(⁵) Lenard et Ramsauer, *Heidelb. Akad. d. Wiss.*, août et novembre 1910.

(⁶) Ce caractère, signalé par Schumann lui-même au point de vue optique, a été retrouvé par Lenard et Ramsauer dans l'étude de l'ionisation par l'étincelle d'aluminium.

varier la pression de l'air dans la chambre d'ionisation. Le voltage positif ou négatif appliqué au cylindre est égal à 90 volts.

1° *A la pression atmosphérique.* — Sans quartz, on obtient des effets des deux signes. Ces effets sont du même ordre de grandeur, mais nettement plus forts quand la toile métallique est chargée positivement. Avec le quartz, les effets sont diminués dans une proportion énorme, par exemple dans le rapport de 1 à 10.

2° *Sous* 3^{cm}, 2^{cm}, 1^{cm} *de mercure.* — Sans quartz, les effets des deux signes vont en augmentant beaucoup. Le quartz réduit les effets dans une proportion de plus en plus grande, $\frac{1}{25}$, $\frac{1}{50}$ et davantage. Cette réduction est encore plus marquée quand le voltage appliqué est seulement de 9 volts.

3° *Au delà de la région d'ionisation par chocs, aux vides de* $\frac{1}{100}$ *à* $\frac{3}{10000}$ *de millimètre.* — Les courants des deux signes sont très notables, le courant le plus fort s'observe quand le plateau est négatif (1). Le quartz réduit les effets au $\frac{1}{10}$ de leur valeur.

Pour interpréter les résultats qui précèdent, il faut connaître la transparence de la lame de quartz utilisée aux rayons ultraviolets ordinaires. Celle-ci a été déterminée avec différentes sources, arc au mercure, étincelle de fer, enfin avec le tube de Schumann lui-même placé dans l'air à 6^{cm} environ. On s'est servi comme récepteur photoélectrique soit de la chambre d'ionisation décrite ci-dessus, soit d'une autre cellule à lame de laiton. Dans tous les cas la transparence a été trouvée de l'ordre de $\frac{2}{3}$. Avec le tube de Schumann associé à sa chambre d'ionisation, la transparence était voisine de $\frac{1}{2}$.

Il faut conclure de là d'abord que les sources ordinaires de rayons ultraviolets placées dans l'air émettent une proportion notable de rayons assez réfrangibles pour être partiellement absorbés par le quartz et que le laiton est très sensible à l'effet photoélectrique de ces rayons. On sait déjà par les travaux de Hughes (2) et de Tian (3) que l'arc au mercure produit de tels rayons (4).

---

(1) Comparez Hull, *Phys. Zeitschr.*, t. X, 1909, p. 537.

(2) Hughes, *Phil. Mag.*, t. II, 1911, p. 393.

(3) Tian, *Comptes rendus*, t. 152, 1911, p. 1483, et t. 155, 1912, p. 141.

(4) Des expériences qui seront publiées prochainement nous ont permis de retrouver ce résultat par une autre voie.

En second lieu, les effets observés à la pression atmosphérique s'interprètent facilement par la diffusion à l'intérieur de la chambre d'ionisation des ions gazeux produits dans l'air par les rayons de Schumann. L'effet de cette diffusion est au moins 5 fois plus gros que l'effet Hertz des rayons ordinaires.

Aux pressions de 3^{cm}, 2^{cm}, 1^{cm}, la diffusion se fait de mieux en mieux, les rayons de Schumann commencent à pénétrer dans la chambre d'ionisation. L'effet d'ionisation de ces rayons est 25 fois plus gros que l'effet Hertz des rayons ordinaires.

Enfin, dans le vide, l'effet d'ionisation cesse de se produire; mais on observe un effet Hertz des rayons de Schumann qui est au moins 5 fois supérieur à l'effet Hertz des rayons ordinaires.

PHYSIQUE. — *Sur les couples thermo-électriques.* Note de M. **Georges Meslin**, présentée par M. E. Bouty.

I. Dans les couples thermo-électriques dont la marche en fonction de la température n'est pas uniforme, on peut se proposer de calculer la grandeur de l'effet Thomson, pour évaluer, dans l'établissement de la force électromotrice, la part qui revient à ce phénomène et celle qui peut être attribuée au phénomène de Peltier afin d'étudier dans quelles conditions l'un ou l'autre de ces effets devient prépondérant ou détermine le signe du phénomène thermo-électrique. La question peut être résolue dans le cas général; mais pour les couples dont la force électromotrice est donnée par la formule d'Avenarius et Tait

$$E = m(T_1 - T_2)\left(T_0 - \frac{T_1 + T_2}{2}\right), \tag{1}$$

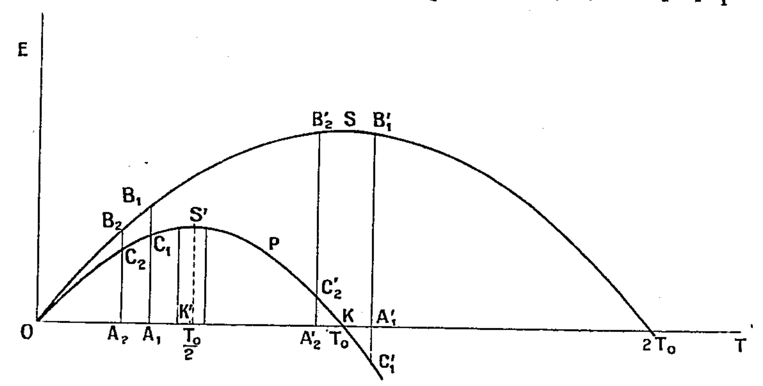
on aboutit à l'interprétation graphique suivante :

Considérons (*fig.* 1) une parabole dont l'équation est

$$Y = mT\left(T_0 - \frac{T}{2}\right),$$

où Y et T sont les deux coordonnées; son sommet a pour abscisse T_0 et pour ordonnée $\frac{mT_0^2}{2}$; la force électromotrice du couple pour les deux températures T_1 et T_2 est fournie par la différence des deux ordonnées qui correspondent à Y_1 et Y_2.

Traçons maintenant la parabole P semblable à la précédente, le centre d'homothétie étant l'origine et le rapport de similitude étant égal à $\frac{1}{2}$: ses ordonnées représentent précisément les effets Peltier aux différentes températures de telle sorte que, si l'on envisage le couple fonctionnant entre les températures T_1 et T_2, et si l'on désigne par Y_1, Y_2, P_1 et P_2 les ordonnées correspondantes A_1B_1, A_2B_2, A_1C_1 et A_2C_2, la force électromotrice est représentée par la différence entre A_1B_1 et A_2B_2, l'effet Peltier *résultant* est figuré par l'excès de A_1C_1 sur A_2C_2; enfin, l'effet Thomson s'obtient en effectuant la différence entre les deux segments B_1C_1 et B_2C_2 qui séparent



les deux courbes pour les abscisses T_1 et T_2. En particulier, lorsque la moyenne de T_1 et T_2 est égale à $\frac{T_0}{2}$, les points étant symétriques à droite et à gauche de K', les ordonnées sont égales de part et d'autre de l'axe de la parabole P et les effets Peltier se contrebalancent de telle sorte que les effets Thomson sont seuls efficaces. Lorsque la température moyenne est égale à T_0, c'est-à-dire au moment de l'inversion, la force électromotrice est égale à zéro, car la résultante des effets Peltier est exactement annulée par les effets Thomson. Cette interprétation graphique permet de discuter les différents cas et de prévoir en outre le signe des dégagements de chaleur.

II. Pour chaque couple thermo-électrique dont on voudra calculer la force électromotrice, il y a une parabole déterminée dont les éléments dépendent des constantes m et T_0 propres à ce couple. Toutefois on pourra éviter de construire autant de courbes différentes qu'on aura de couples à envisager et l'on pourra se borner à tracer une seule de ces paraboles ou à utiliser une seule Table numérique. En effet chacune de ces paraboles est entièrement déterminée ici par son sommet dont les deux coordonnées

sont T_0 et $\frac{mT_0^2}{2}$; une autre de ces paraboles, également déterminée par son sommet $\left(T'_0 \text{ et } \frac{m'T'^2_0}{2}\right)$, pourra être confondue avec la première si, pour la tracer, on adopte des échelles convenables pour les abscisses et pour les ordonnées, c'est-à-dire si l'on réduit ces abscisses et ces ordonnées respectivement dans des rapports égaux à $\frac{T_0}{T'_0}$ et $\frac{mT_0^2}{m'T'^2_0}$, ce qui signifie encore qu'il suffit d'évaluer les températures en fractions de la température neutre et la force électromotrice en fractions de la force électromotrice maximum $\frac{mT_0^2}{2}$ pour avoir une équation *réduite* et obtenir un énoncé analogue au théorème des états correspondants. On peut s'en assurer directement en divisant les deux membres de l'équation (1) par $\frac{mT_0^2}{2}$; on obtient

$$\frac{E}{\frac{mT_0^2}{2}} = 2\left(\frac{T_1}{T_0} - \frac{T_2}{T_0}\right)\left(1 - \frac{T_1 + T_2}{2T_0}\right),$$

et, en prenant les nouvelles variables réduites ε et θ,

$$\varepsilon = 2(\theta_1 - \theta_2)\left(1 - \frac{\theta_1 + \theta_2}{2}\right),$$

qui est unique pour tous ces couples. D'où l'énoncé :

Pour des températures correspondantes, les forces électromotrices sont correspondantes.

A des températures correspondantes, les pouvoirs thermo-électriques sont correspondants, ainsi que les valeurs des effets Peltier et des effets Thomson.

Ces théorèmes qui résultent, non pas de la forme particulière de l'équation (1), mais de ce fait que cette formule contient seulement deux constantes [1], permettent d'obtenir une Table numérique unique qui facilite le calcul des forces électromotrices et de la part qui revient aux effets Peltier et Thomson dans les différents cas.

Le Mémoire *in extenso* qui sera publié ailleurs contient une telle Table avec des exemples numériques.

---

[1] *Comptes rendus*, t. 116, p. 135.

PHYSIQUE. — *Nouvelle méthode pour déterminer le rapport γ des deux chaleurs spécifiques des gaz.* Note de M. **A. Leduc**, présentée par M. E. Bouty.

La méthode que je vais décrire est susceptible de plus de précision que les variantes diverses de la méthode de Laplace (dite de Clément et Desormes), et elle a l'avantage de n'exiger aucun autre instrument qu'une bonne balance et un bon thermomètre.

Soit un ballon à large ouverture dont le volume, d'ailleurs inconnu, est V à t°. Remplissons-le de gaz à 0°, sous la pression atmosphérique p_0, et déterminons la masse μ du gaz contenu. Portons-le dans un bain à t°, et produisons la détente adiabatique en ouvrant le robinet pendant un temps très court. La pression passe de $p = p_0 \frac{1+\beta t}{1+Kt}$ à la nouvelle pression atmosphérique p'. On détermine la masse μ' de gaz restée dans le ballon.

Les masses μ et μ' occupant le même volume V du ballon sont entre elles dans le rapport inverse des volumes spécifiques v et v' avant et après la détente :

$$\mu v = \mu' v' = V. \tag{1}$$

On en déduit le rapport γ de la manière suivante.

L'équation de la détente adiabatique élémentaire peut s'écrire

$$\gamma\, dv = \frac{\partial v}{\partial p} dp. \tag{2}$$

D'autre part, j'écris l'équation d'état des gaz réels

$$M p v = RT\varphi, \tag{3}$$

φ étant une fonction de la température et de la pression que j'ai souvent utilisée et que je représenterai ici par

$$\varphi = 1 - mp - np^2, \tag{4}$$

m et n étant des fonctions de la température réduite et de la pression critique que nous savons calculer. On en déduit

$$\frac{\partial v}{\partial p} = -\frac{v}{p} + \frac{v}{\varphi}\frac{\partial \varphi}{\partial p}$$

avec

$$\frac{1}{\varphi}\frac{\partial \varphi}{\partial p} = -\frac{m+2np}{1-mp-np^2},$$

de sorte que l'équation (2) devient

$$(5) \qquad \gamma \frac{dv}{v} = -\frac{dp}{p} + \frac{1}{\varphi}\frac{\partial \varphi}{\partial p}dp = -\frac{dp}{p} - dp[m + (m^2 + 2n)p + \ldots].$$

Intégrant entre les limites p et p', on a donc (¹)

$$(6) \qquad \gamma \,\mathrm{L}\frac{v}{v'} = \mathrm{L}\frac{p}{p'} + m(p-p') + \left(\frac{m^2}{2} + n\right)(p^2 - p'^2) + \ldots.$$

Le dernier terme est généralement négligeable. Le précédent est lui-même très faible pour les gaz très difficiles à liquéfier. On écrira donc, en désignant par N le module (0,4343) et tenant compte de (1),

$$(7) \qquad \gamma = \frac{\log p - \log p' + \mathrm{N}m(p-p')}{\log \mu - \log \mu'}.$$

Précision de la méthode. — Pour la discuter, il suffit de ne conserver que le premier terme du second membre de (6), car les termes correctifs qui suivent sont surabondamment connus. On négligera $\mathrm{K}t$ et l'on fera $p_0 = p'$. L'équation (7) se réduit alors à

$$(8) \qquad \gamma = \frac{\mathrm{L}(1+\beta t)}{\mathrm{L}\frac{\mu}{\mu'}}.$$

On en déduit, en affectant toutes les erreurs du même signe :

$$\frac{\partial \gamma}{\gamma} = \frac{\partial[\mathrm{L}(1+\beta t)]}{\mathrm{L}(1+\beta t)} + \frac{\partial\left(\mathrm{L}\frac{\mu}{\mu'}\right)}{\mathrm{L}\frac{\mu}{\mu'}} = \frac{1}{\mathrm{L}(1+\beta t)}\left[\frac{\beta\,\partial t}{1+\beta t} + \gamma\left(\frac{\partial \mu}{\mu} - \frac{\partial \mu'}{\mu'}\right)\right].$$

Pour fixer les idées, supposons que le volume du ballon soit de 3ˡ et qu'on opère sur l'air avec $t = 16°$. L'erreur ∂t ne dépassera pas 0°,02 dans une expérience soignée. μ et μ' sont voisins de 4ᵍ. Chaque pesée peut être faite à 0ᵐᵍ,1 près, et il est facile de voir que, les pesées n'étant que partiellement indépendantes, l'erreur totale sur celles-ci $\left(\frac{\partial \mu}{\mu} - \frac{\partial \mu'}{\mu'}\right)$ ne dépassera pas 0,00005.

L'erreur relative sur γ ne dépassera donc pas

$$\frac{\partial \gamma}{\gamma} = 17(0,00007 + 1,4 \times 0,00005) = 0,0024 \qquad \text{ou} \qquad \frac{1}{400}.$$

Il est clair que si l'on arrivait à éliminer l'influence des oscillations de Cazin en fai-

(¹) γ peut être considéré comme constant dans ce faible intervalle.

sant varier systématiquement la durée d'ouverture du robinet, on pourrait prétendre, en multipliant les expériences, à la précision du millième. Quoi qu'il en soit, il sera facile d'obtenir la deuxième décimale, excepté dans le cas de l'hydrogène.

Il ne faut pas oublier qu'ici, comme dans la méthode de Laplace, il convient d'employer un ballon aussi volumineux que possible. Car, si courte que soit la durée d'ouverture du robinet, le gaz tend à se réchauffer au contact des parois : d'où sortie d'un excès de gaz et valeur systématiquement trop faible de γ. Il est clair que cet effet des parois sera d'autant plus faible que le ballon sera plus gros. Un ballon de 3^l semble déjà très convenable pour obtenir la seconde décimale.

Remarque. — Pour l'air, $m = 5.10^{-6}$ par centimètre de mercure, de sorte que l'erreur commise sur γ en négligeant le terme correctif $Nm(p-p')$ serait $< 0,001$, c'est-à-dire négligeable. On peut donc lui appliquer ici la loi des gaz parfaits, c'est-à-dire calculer γ au moyen de la formule de Laplace. Il en est à peu près de même des autres gaz quasi permanents, y compris le méthane.

Mais l'erreur atteindrait 0,01 dans le cas du gaz carbonique et 0,03 pour l'anhydride sulfureux.

PHYSIQUE. — *Des actions opposées du champ magnétique sur la conductibilité électrique des gaz raréfiés en fonction de la valeur du champ et du degré de vide.* Note de M. **Henri Stassano**, présentée par M. E. Bouty.

J'ai déjà montré dans un travail antérieur (¹) que les spectres des aurores polaires et des protubérances du soleil ont beaucoup de raies communes avec le spectre des gaz de l'air atmosphérique non condensés à la température de l'hydrogène liquide (²). Ces identifications m'ont conduit à penser que les rayonnements auroral et coronal sont constitués à l'instar de la luminescence de ces gaz résiduaires, par les gaz mono-atomiques et l'hydrogène, gaz tous très conducteurs de l'électricité, même aux extrêmement faibles pressions lorsque l'oxygène et l'azote, à leur tour, cessent de l'être, comme dans une expérience de Moissan et Deslandres (³). Dans cette gradation descendante de la conductibilité électrique résiderait ainsi la raison de la prédominance des raies du néon et de l'argon et l'absence

(¹) Stassano, *Sur la nature et la constitution du spectre des aurores polaires* (*Ann. de Chimie et de Physique*, t. XXVI, mai 1902).

(²) D. Liveing et Dewar (*Ann. de Chimie et de Physique*, t. XXII, 1901).

(³) Moissan et Deslandres, *Comptes rendus*, t. 136, 1898, p. 1689.

par contre de celles de l'azote et de l'oxygène, dans la lumière des aurores boréales.

Cette manière d'envisager la constitution des aurores, que Dewar a adoptée entièrement (¹), m'a suggéré l'idée que les lignes de force du champ magnétique terrestre pouvaient contribuer à la production de ces météores lumineux, être la cause de leur orientation et de leur distribution géographique, en augmentant la conductibilité électrique des couches supérieures de l'atmosphère qu'elles traversent, par elles-mêmes très conductrices, comme le porte à penser la loi de Paschen (²).

Une première expérience faite avec un tube ordinaire de Crookes m'a engagé à poursuivre la vérification expérimentale de cette hypothèse. J'ai trouvé d'autre part dans la littérature quelques expériences où le champ magnétique semble faciliter la décharge électrique dans les gaz raréfiés.

Mon principal but étant de rechercher si le champ terrestre pouvait favoriser le développement du rayon auroral, je me suis livré spécialement à l'étude de l'action des faibles champs magnétiques sur la conductibilité électrique de l'air raréfié. Et c'est *en faisant varier la valeur de ces champs concurremment au degré de vide* que j'ai pu entrevoir et établir les relations suivantes :

I. L'action des champs très faibles, sur l'air raréfié à la pression critique du maximum de conductibilité de l'électricité, facilite la décharge électrique. A cette pression, cette action est tellement sensible que même le champ résiduel d'un petit électro-aimant suffit à la produire. L'expérience qui suit le prouve très nettement : le tube à vide sans électrodes est constitué par deux tubes égaux de fort diamètre, réunis par un tube long de moindre calibre. La pression critique y est établie par un tâtonnement. Un écartement considérable des pièces polaires (85^{mm}) permet d'y introduire une des parties de fort diamètre du tube en expérience. Il suffit alors d'exciter la bobine mise en communication avec les deux extrémités renflées du tube à vide, pour constater que ce n'est que l'extrémité se trouvant dans le champ résiduel de l'électro-aimant qui s'éclaire, tandis que l'autre, qui se trouve en dehors, reste complètement obscure. En augmentant considérablement le courant primaire de la bobine, on arrive finalement à rendre lumineux le tube tout entier. Le degré de vide qui convient le mieux à cette expérience et, d'une manière générale, à la mise en évidence de l'action de très faibles champs, est de l'ordre du $\frac{1}{100}$ de millimètre.

II. Un champ produit par un faible courant magnétisant (de 0,1 à 0,3 ou

(¹) J. Dewar, *La science du froid. Congrès de l'Association britannique pour l'Avancement des Sciences* (*Revue scientifique*, 4, 11 et 18 octobre 1902).

(²) E. Bouty, *Passage de l'électricité à travers des couches de gaz épaisses. Loi de Paschen. Application à la haute atmosphère* (*Journ. de Physique*, 1906, p. 228).

0,4 ampère selon le degré de vide), augmente l'intensité de cette luminescence que le champ résiduel suffisait à exciter. Un champ plus fort provoque, par contre, un effet opposé, à savoir : l'affaiblissement et même l'extinction complète du tube. C'est ainsi qu'avec un courant de 2,6 ampères (champ de 175 C.G.S. environ), l'affaiblissement qui en résulte est assez sensible : avec un courant de 4 à 5 ampères (champ de 250 à 300 C.G.S.), l'extinction complète a lieu.

III. L'accroissement du vide rend nulle l'action des faibles champs. Pour des vides de l'ordre du $\frac{1}{1000}$ de millimètre, la décharge électrique n'est favorisée qu'à partir d'un champ de 100 C.G.S. environ; un vide plus élevé (de l'ordre du $\frac{10}{1000}$ de millimètre) nécessite des champs encore plus intenses. A son tour, l'action *empêchante* du champ, qui succède à la première (l'action *favorisante*), au fur et à mesure que le vide devient de plus en plus parfait, se trouve de plus en plus reculée. Il s'ensuit qu'un même champ de 100 C. G. S., par exemple, affaiblit la luminescence de quelques centièmes de millimètre de pression et renforce, par contre, la luminescence d'un autre tube présentant une pression beaucoup plus faible, de quelques millièmes de millimètre.

On voit donc que le champ magnétique facilite d'une façon indéniable la décharge électrique dans les gaz raréfiés, jusqu'à ce que sa valeur se maintienne dans une certaine limite et il l'empêche, au contraire, dès que cette limite est dépassée. Ce qui explique pourquoi, d'après certains auteurs, le champ magnétique facilite le passage de l'électricité dans les gaz raréfiés et, *vice versa*, le contrarie d'après d'autres auteurs. Le degré de la raréfaction des gaz, d'autre part, exerce une influence considérable dans la production de ces deux actions opposées, en déplaçant l'intervalle entre les valeurs limites correspondantes du champ.

C. Lehmann [1] mentionne ces deux actions opposées du champ magnétique sans signaler toutefois l'influence du degré de vide qui, comme on vient de voir, joue dans ces phénomènes un rôle aussi important que l'intensité du champ.

Bloch [2] également constate l'abaissement du potentiel explosif dans les champs magnétiques et, au contraire, l'élévation de ce potentiel dans les champs plus élevés, sans pourtant tenir compte du facteur : degré de vide.

Gouy [3] seulement y fait allusion. Il se borne à remarquer que l'action du champ magnétique ne modifie que peu, dans ses expériences, le potentiel explosif entre deux cathodes, sauf aux vides extrêmes où elle l'augmente notablement.

Il me reste à signaler un fait relatif aux actions opposées dont il s'agit. Lorsqu'on est parvenu à régler l'intensité du courant et la fréquence des

(1) *Journal de Physique*, t. VII, 1902.
(2) *Journal de Physique*, t. I, 1911.
(3) *Comptes rendus*, 30 juin 1910.

interruptions de la bobine, de manière que la décharge dans le tube à vide ne se produise qu'en présence du champ magnétique et n'ait pas lieu sans champ, on remarque que soit la production de la luminescence, soit sa disparition ne s'effectuent pas immédiatement après la création ou la cessation du champ. La disparition de la luminescence, particulièrement, exige un temps perdu plus long, parfois une minute ou deux. Certaines fois, d'ailleurs, lorsque le vide n'est pas considérable, la luminescence se maintient indéfiniment après la suppression du champ qui l'a provoqué.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur une cause d'explosion de tubes contenant un mélange comprimé d'air et d'hydrogène.* Note [1] de M. **Lelarge**, présentée par M. L. Lecornu.

Au mois d'août 1911 deux ouvriers furent tués à Chalais par l'explosion de tubes à hydrogène comprimé remplis par l'industrie privée. Ces ouvriers étaient chargés de mesurer la pression des tubes et la densité du gaz, qui se trouvait accidentellement mélangé d'air pur.

Nous avons proposé et obtenu d'effectuer au Laboratoire d'Aéronautique militaire des expériences destinées à établir le bien-fondé de l'hypothèse suivante :

L'inflammation du mélange comprimé d'air et d'hydrogène contenu dans le tube a été causée par la compression rapide (par le gaz comprimé) de l'air enfermé dans le tube du manomètre.

Comme objection à cette hypothèse, on peut être tenté de dire : le gaz comprimé lorsqu'il pénètre dans le tube manométrique, est laminé par le pointeau ; il y a, en conséquence, mélange intime de ce gaz, refroidi par sa détente, avec l'air du manomètre qui n'a dès lors aucune raison de s'échauffer. A cela nous répondrons qu'il se forme dans le tube manométrique des vortex d'air qui refusent de se mélanger au gaz comprimant et subissent une compression se rapprochant d'autant mieux de la compression adiabatique qu'ils ne touchent pas les parois du tube.

Admettant *a priori* l'exactitude de l'hypothèse, nous avons expérimenté du même coup un dispositif de sécurité contre le retour de pareils accidents. Ce dispositif consiste à remplir, avec des rondelles de toiles métalliques, un tube interposé entre le manomètre et les tubes à gaz. Ces toiles doivent avoir une masse calorifique telle qu'elles ne soient pas échauffées sensible-

([2]) Présentée dans la séance du 21 octobre 1912.

ment par la combustion du mélange contenu dans le tube manométrique.

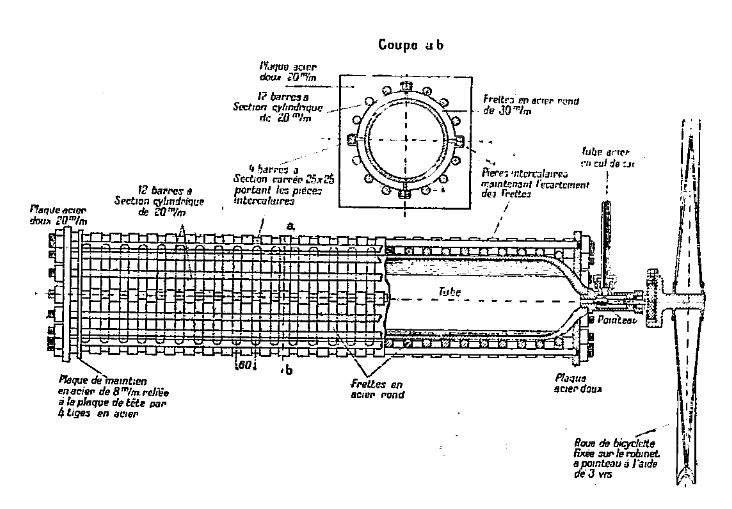
La marche de chaque expérience fut la suivante :

1° Mesure de la pression avec dispositif de sûreté. Dans aucun cas, il ne devait y avoir d'explosion;

2° Analyse du gaz, pour connaître s'il était réellement explosif;

3° Lorsque le gaz avait une pression et une composition convenables, explosion du tube par l'emploi d'un manomètre ordinaire.

Le dispositif expérimental comportait une cage en acier très doux dans laquelle on enfermait le tube. La cage se composait de frettes circulaires



entourant le tube et de tiges longitudinales reliant les fonds. La figure donne les dimensions de cette cage.

Une poulie à gorge fixée sur le pointeau permettait l'ouverture et la fermeture à distance du tube en expérience.

Le tube, entouré de sa cage, était placé au-dessus d'une fosse pour éviter l'effet de mortier qui aurait eu lieu si le tube avait reposé au fond de la fosse.

Les essais ont confirmé nos prévisions et montré que :

1° Le gaz incriminé contenait de l'air en proportions très variables;

2° L'explosion se produit avec le manomètre ordinaire si le gaz est explosif et suffisamment comprimé;

3° Le manomètre de sécurité a permis de prendre sans explosion la pression de tubes qui ont ensuite explosé lorsqu'on a substitué à ce manomètre un manomètre ordinaire.

Voici les conséquences pratiques :

1° Il convient d'éviter tout cul-de-sac dans les canalisations d'un gaz comprimé pouvant être accidentellement explosif;

2° Les culs-de-sac obligés doivent être munis d'un dispositif de toiles métalliques propre à empêcher la compression adiabatique du gaz ou à éteindre les gaz qui s'enflammeraient dans ce cul-de-sac;

3° Pour plus de sécurité, il convient de mesurer et de calculer la densité de l'hydrogène avant de prendre la pression dans le tube.

Il est prudent de rejeter tout hydrogène commercial (pouvant être mélangé d'air) pesant plus de $0^{kg},170$.

Si le gaz provient de l'électrolyse de l'eau et peut être souillé d'oxygène, il conviendrait d'être plus sévère encore sur cette densité. En admettant que le gaz contenant plus de 4 pour 100 d'oxygène est à rejeter, la densité limite serait environ de $0^{kg},143$.

MINÉRALOGIE. — *Sur une météorite du Hedjaz* (Arabie). Note de M. **J. Couyat**, présentée par M. A. Lacroix.

En me fournissant des renseignements sur le nord de l'Arabie, des Bédouins m'avaient signalé, il y a quelque temps, la présence d'une météorite dans le Hedjaz. Une enquête personnelle auprès de gens de cette région habitant l'isthme de Suez m'a mis en possession d'un beau fragment de la roche, et de petits éclats qui s'en étaient détachés au moment de sa chute. Le plus gros morceau pèse environ 4^{kg}. Il a conservé, sur plus de la moitié de sa surface, une croûte vitrifiée, noire, rugueuse due à son incandescence superficielle pendant son trajet dans l'atmosphère. En outre, il est extérieurement marqué de sillons profonds semblables à de grosses balafres disposées par groupes et parallèles.

La roche est tenace, grise, à grain fin, criblée de chondres jaunâtres de taille variable (jusqu'à $\frac{3}{4}$ de centimètre de diamètre), semée de particules métalliques et de troïlite. Ce dernier minéral manifeste surtout sa présence dans de nombreux miroirs de glissement. La roche renferme en outre quelques enclaves anguleuses, plus sombres, de grain plus fin et plus régulier; d'autres, très menues, sont presque entièrement métalliques.

L'examen microscopique montre que cette météorite est essentiellement constituée par de l'olivine, de l'enstatite et de la clino-enstatite à macles

polysynthétiques; il n'existe qu'une petite quantité de feldspath. Le fer nickelé y est, en outre, assez abondant, la troïlite en faible quantité. Les premiers de ces minéraux se présentent en cristaux anguleux; mais dans son ensemble la roche est chondritique.

Les chondres sont quelquefois monosomatiques, le plus souvent polysomatiques. Ils sont aussi variés de composition minéralogique que de structure. Les minéraux constitutifs forment des bâtonnets radiés ou parallèles (enstatite, clino-enstatite), des sphérules (olivine). Les bâtonnets sont intimement pressés ou largement isolés, noyés dans une plage du même minéral : ils sont souvent cimentés par du fer nickelé, qui fréquemment aussi forme aux chondres une enveloppe extérieure continue. C'est à cette disposition de ses minéraux métalliques que la roche doit sa couleur. Les enclaves ont la même constitution, mais ne sont presque pas chondritiques.

M. A. Lacroix, qui a bien voulu se charger d'étudier plus complètement cette météorite, en donnera ultérieurement une description détaillée.

L'analyse effectuée par M. Pisani sur un mélange de petits fragments donne la composition moyenne que j'ai interprétée dans le Tableau voisin en combinant ses résultats suivant les affinités théoriques des bases et de la silice.

SiO^2....	37,30					
Al^2O^3....	3,78	feldspaths	orthose....	2,78		13,11
TiO^2....	0,05		albite......	3,10		
Cr^2O^3...	0,08		anorthite...	7,23		
FeO.....	11,50					
MnO....	traces	métasilicates	SiO^3Ca....	3,13	14,47	70,77
CaO.....	2,95		SiO^3Mg....	8,70		
MgO....	27,50		SiO^3Fe....	2,64		
K^2O.....	0,50					
Na^2O....	0,40	orthosilicates	SiO^4Mg^2...	42,00	56,30	
Fe.......	12,98		SiO^4Fe^2....	14,30		
Ni.......	0,94					
S........	1,61		(Fe,Ni)....	4,40		15,60
P........	néant		Fe,S.......	11,20		
			chromite et ilménite tr.			
	99,59					99,48

La densité de la roche est 3,53.

La composition minéralogique réelle s'éloigne un peu de cette composition calculée; les feldspaths existent en moindre quantité, car une partie de l'alumine comptée comme anorthite entre probablement dans la consti-

tution des métasilicates, dont la proportion réelle est par suite un peu plus grande que celle fournie par le calcul.

D'après les renseignements que j'ai recueillis, cette météorite est tombée pendant la nuit, au printemps 1910. Sa chute se fit avec un tel bruit que les Arabes du voisinage en furent effrayés. Elle était, dans sa trajectoire, divisée en quatre blocs, qui tombèrent sur un espace large d'environ 15^{km}. Celui que j'ai rapporté provient d'Et-Tlahi, localité située à 6 jours de la côte, en face de Deba, dans le pays de Madian (Arabie). Il fut extrait immédiatement après sa chute des sables où il était enfoui. Il y était enfoncé de 1^{m} et était entouré d'une zone noire de sable.

Les chutes de météorites paraissent fréquentes dans les déserts d'Égypte et d'Arabie; malheureusement, la population y étant clairsemée, il est rare d'en pouvoir retrouver des traces précises. Mais on rencontre beaucoup d'Arabes qui ont vu leurs traînées lumineuses ou entendu le fracas caractéristique.

Un de mes guides en vit tomber une à Hagar Doungasch au début de l'année 1908 ; moi-même, j'assistai à un phénomène semblable, le 21 mars 1911, à Foakhir (route de Qoceïr). Il fut marqué par une longue traînée lumineuse intense et persistante. Le bruit fut assez long à nous parvenir : j'ai évalué à 32^{km} la distance approximative de la chute qui eut lieu au nord de cette localité.

En novembre 1911, une chute eut lieu au ouadi Beza, près des mines de Baramia (à l'est d'Edfou). Les ingénieurs coururent bien à la recherche de la pierre, mais, dans un endroit dépourvu de repères, il leur fut impossible de la retrouver.

Le 30 avril 1912, j'assistai de nouveau, à 10^{h} du soir, à un phénomène semblable. Il eut lieu dans le Tih (au sud-est de Suez), mais si loin que le bruit ne fut même pas perceptible. Enfin le 26 mai, à 8^{h} du soir, un autre météore fut visible à Giza, près le Caire. MM. Hume et Ball ont en signalé deux, à Assouan (5 avril 1902) et à El Nakhla et Baharia (25 juin 1911). Le dernier doit être particulièrement retenu, car il a été possible de recueillir de nombreux fragments d'une météorite spécialement intéressante au point de vue minéralogique.

BOTANIQUE. — *Variation périodique des caractères spécifiques.* Note de M. **Paul Vuillemin**, présentée par M. Guignard.

Il faut distinguer, dans les phénomènes périodiques dont l'être vivant est le siège, la part qui revient à la constitution actuelle de l'espèce et celle qui dépend du milieu. Quelques données statistiques concernant les fleurs hétéromères de *Phlox subulata* L. serviront de base à cette distinction.

Un lot de bordure, long de 1^{m}, cultivé à Malzéville, composé des rejets

d'une seule et même plante, a fait l'objet d'observations suivies de 1907 à 1912. Le total des fleurs épanouies pendant ces 6 années s'élève à 20572, dont 6939 terminales et 13 633 latérales, indépendamment d'une refloraison éphémère et négligeable qui s'est montrée une seule fois à l'arrière-saison.

Examinons d'abord les données phénologiques fournies par trois dates : 1° épanouissement de la première fleur; 2° épanouissement de la dernière fleur; 3° jour de la floraison la plus abondante.

La première fleur s'était épanouie entre le 15 et le 24 avril, de 1907 à 1911. A la suite d'un été très chaud et d'un hiver doux, la date initiale fut reportée au 8 avril en 1912, ce qui élève à 16 jours la différence entre les dates les plus éloignées. Une fleur s'était même ouverte le 31 mars, en dehors du lot recensé, qui jusqu'alors tenait la tête, mais que la sécheresse de 1911 avait à moitié détruit. Cet exemple fait ressortir l'incertitude des données phénologiques basées uniquement sur l'apparition de la première fleur.

La dernière fleur s'ouvrit entre le 2 et le 8 juin, de 1907 à 1911, le 24 mai en 1912.

Le jour de la plus forte floraison quotidienne varia du 6 au 21 mai dans les cinq premières années ; il se trouve compris dans les mêmes limites en 1912, puisqu'il tombe le 11 mai, bien que les dates extrêmes devancent de 16 jours celles de l'année la plus tardive. Cette discordance montre que la date de la floraison maxima est influencée par les actions météorologiques plus encore que les dates extrêmes. D'ailleurs, si nous envisageons séparément le maximum des fleurs latérales et celui des fleurs terminales, le premier concorde avec le maximum total, tandis que le second coïncide avec lui deux fois sur six, le suit une fois, le précède trois fois; l'avance est de 16 jours en 1912.

Donc les données phénologiques sont si fortement influencées par les circonstances accidentelles, qu'elles ne laissent pas apercevoir la part des propriétés innées, des facteurs spécifiques.

Devant l'insuffisance des dates critiques isolées, nous avons cherché la durée de la floraison. Quelle que soit son avance ou son retard, la floraison a duré de 42 à 49 jours chaque année, ce qui fait ressortir la différence maxima au septième. Cette différence tient surtout aux fleurs disséminées pendant les phases de mise en train et d'extinction.

Pour trouver un point fixe, fonction de la floraison globale, totalisons chaque année les nombres quotidiens de fleurs, tant terminales que latérales, et cherchons le jour qui précède et le jour qui suit la moitié de la récolte dans chaque catégorie. Ce jour répond à diverses dates du calendrier, variant, les années ordinaires, de 7 jours pour les fleurs terminales, de 8 jours et demi pour les latérales, atteignant 15 jours pour les unes et les autres dans une période de floraison préparée par des conditions météorologiques exceptionnelles. Pour comparer les floraisons d'une année à

l'autre, nous substituerons cette *date médiane* à la date du calendrier, et nous marquerons du signe — les dates antérieures, du signe + les suivantes. Le jour qui précède le milieu sera daté —1, le lendemain +1.

La statistique des fleurs à 4, 5, 6, 7 pétales, établie sur ce principe, nous a fourni des courbes assez régulières pour réduire au minimum les différences accidentelles et faire ressortir les variations périodiques relevant des propriétés spécifiques.

Voici le résultat des cinq premières années :

Nombre de pétales....	5	pour 100.	6	pour 100.	7	pour 100.	4	pour 100.	Total.
Fleurs terminales.	5902	91,93	428	6,66	3	0,046	87	1,35	6420
Fleurs latérales...	10765	85,14	1771	14	88	0,69	19	0,15	12643
Total....	16667	87,43	2199	11,53	91	0,47	106	0,55	19063

Comme les fleurs pentamères, les fleurs à six pétales sont constantes pendant toute la durée de la floraison; mais leur abondance varie inégalement pour les terminales et les latérales. Le taux est voisin de 10 pour 100 jusqu'à la date —5 pour les unes et les autres; à partir de la date —4 il est inférieur à 10 pour 100 pour les terminales, supérieur à ce taux pour les latérales. La courbe des terminales hexamères présente deux sommets, le principal voisin du début, le second plus faible vers la fin.

Les fleurs à sept pétales sont comprises entre —8 et +9 pour les terminales, entre —7 et +11 pour les latérales. Les fleurs à quatre pétales sont comprises entre —8 et +15 pour les terminales, entre —11 et +14 pour les latérales. De là ressort l'absence de types rares au début et à la fin de la floraison. Ils ne deviennent communs que pendant une période restreinte. Nous comptons 68 fleurs latérales heptamères sur 88 entre les dates —1 et +7, 63 terminales tétramères sur 87 entre +2 et +10, 14 latérales tétramères sur 19 entre —2 et +6.

Par conséquent, les fleurs à quatre ou sept pétales, abstraction faite des terminales heptamères, trop rares pour se prêter à la statistique (3 sur 6420), se montrent surtout au début de la seconde moitié de la floraison.

La statistique établie sur les bases que nous venons d'indiquer démontre donc que les fleurs hétéromères rentrent dans le cycle normal de la floraison vernale et reparaissent chaque année à la même période.

Nous avons comparé les courbes de 1912 aux courbes fournies par les récoltes de 1907 à 1911. Malgré la précocité accidentelle de la floraison, elles répondent aux précédentes, dès que l'on superpose les dates médianes au lieu des dates phénologiques.

La même loi de périodicité se vérifie dans l'apparition des lobes interpétalaires dans les générations successives de *Petunia*, tant que la sélection n'a pas exagéré ce caractère en rendant pleines la plupart des fleurs. Au

début, le lobe superposé à l'étamine impaire est relativement rare; les fleurs à cinq lobes le sont encore davantage. Chaque année, de 1908 à 1911, ces types rares abondaient pendant une huitaine de jours; puis ils disparaissaient pour se montrer en nombre plus restreint environ un mois plus tard. Ces deux périodes relèvent des propriétés innées transmises par le semis.

Les dates varient selon la température, le maximum ayant été noté le 10 août 1908, le 7 août 1909, le 31 juillet 1910, le 14 juillet 1911. La date anticipée de cette année torride tient aux causes relevées à propos des *Phlox*, reportant leur action au printemps suivant pour ces derniers.

Il est donc facile de séparer, dans la périodicité d'apparition des types rares de fleurs, les facteurs spécifiques des facteurs accidentels.

CHIMIE AGRICOLE. — *Non-fixation de l'acide phosphorique par une terre acide de forêt.* Note de M. **A. Petit**, présentée par M. Schlœsing fils.

Dans une précédente Note (*Comptes rendus*, 15 mai 1911, p. 1317), j'ai eu l'occasion de montrer qu'une terre de forêt contenant 54 pour 100 de matière organique ne manifestait qu'un pouvoir fixateur insignifiant à l'égard de l'acide phosphorique, en présence d'une solution de phosphate monocalcique à 6^g environ par litre, et que la matière noire extraite d'un terreau de fumier par le procédé habituel était incapable, dans les mêmes conditions, de fixer cet élément de fertilité.

J'ai tenu à poursuivre l'étude de cette question dans des conditions plus favorables à la manifestation du pouvoir absorbant. Cette fois, en effet, les solutions de phosphate monocalcique employées furent plus étendues, la durée du contact de ces solutions avec la terre fut de 4 jours au lieu de 2, et, enfin, le volume de solution mis en présence d'un même poids de terre fut moindre.

J'ai opéré avec une terre humifère naturelle qui constitue la couche superficielle d'un sol de forêt et qui est employée en horticulture, dans la culture des plantes calcifuges. Cette terre renfermait 52 pour 100 de matière organique et était nettement acide, car 100^g de cette terre se sont montrés capables de décomposer $1^g,33$ de carbonate de calcium. L'analyse, après calcination préalable, a révélé la présence, dans cette terre, d'une dose de calcium correspondant à 0,56 pour 100 de chaux.

L'acide phosphorique fut dosé au moyen du molybdate d'ammonium.

L'expérience fut effectuée d'abord avec une solution de phosphate monocalcique, contenant $0^g,965$ d'anhydride phosphorique par litre. 400^g de la terre de forêt

humide, correspondant à 208g de terre sèche, furent mis en présence de 650cm³ de cette solution, c'est-à-dire en présence de 0g,627 d'anhydride phosphorique. Après 4 jours de contact, il a été trouvé en dissolution dans la totalité du liquide où avait macéré la terre, soit dans 842cm³, 0g,674 d'anhydride phosphorique.

Loin de fixer de l'acide phosphorique, la terre en avait donc cédé à la solution 0g,047.

L'essai fut répété, dans les mêmes conditions, avec une solution deux fois plus faible, c'est-à-dire ne contenant que 0g,4825 d'anhydride phosphorique par litre. Après 4 jours de contact de 400g de la terre humide avec 650cm³ de cette solution, c'est-à-dire avec 0g,313 d'anhydride phosphorique, la totalité du liquide contenait 0g,361 d'anhydride phosphorique. Ce liquide en avait donc enlevé à la terre 0g,048.

Enfin, il fut employé une solution de phosphate monocalcique encore deux fois plus étendue, c'est-à-dire ne contenant que 0g,2412 d'anhydride phosphorique par litre. Au bout de 4 jours de contact de 650cm³ de cette solution avec 400g de la terre humide, il fut trouvé, dans la totalité du liquide, 0g,203 d'anhydride phosphorique, au lieu de 0g,156 qu'il contenait au début. Ce liquide en avait donc encore emprunté à la terre 0g,047.

Ainsi donc, dans les conditions où l'on a employé la solution de phosphate monocalcique, la terre de forêt, malgré sa grande richesse en humus, s'est toujours montrée incapable de lui enlever de l'acide phosphorique, mais lui en a constamment cédé, au contraire, une proportion à peu près constante.

Finalement, cette terre fut mise en présence d'eau distillée, dans des proportions peu différentes des précédentes : 400g de terre humide, correspondant à 219g,5 de terre sèche, pour 650cm³ d'eau. Après un contact de 4 jours, il faut trouvé, dans la totalité du liquide, soit dans 830cm³,5, 0g,048 d'anhydride phosphorique, c'est-à-dire une quantité sensiblement égale à celle que cette terre avait cédée aux diverses dissolutions de phosphate monocalcique utilisées.

On pourrait objecter que la faculté fixatrice qu'on a attribuée à l'humus n'a peut-être pu se manifester avec cette terre par suite de sa richesse élevée en acide phosphorique, qui suffisait probablement à satisfaire son pouvoir absorbant.

Il convenait donc d'y doser cette substance. Or, je n'y ai trouvé, après calcination préalable, que 0,91 pour 1000 d'acide phosphorique. Cette terre n'offrait donc qu'une richesse moyenne en acide phosphorique, de sorte que l'objection en question ne saurait être soulevée.

Il résulte de ces expériences que les horticulteurs qui emploient, dans

la culture des végétaux calcifuges, des terres de forêt plus ou moins acides, ne doivent pas compter, d'une manière générale, sur un pouvoir fixateur de l'humus de ces terres pour les phosphates solubles qu'ils peuvent se trouver dans la nécessité de leur appliquer en vue d'en accroître la productivité.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur les formes que le phosphore et le calcium affectent dans la caséine du lait.* Note de [1] M. **L. Lindet**, présentée par M. Th. Schlœsing père.

La caséine du lait, précipitée par la présure, renferme des quantités de phosphore et de calcium telles que, traduites en P^2O^5 (3,50 à 3,55 p. 100) et en CaO (3,10 à 3,80 p. 100), elles représenteraient un phosphate intermédiaire entre le phosphate bicalcique et le phosphate tricalcique. D'autre part, la caséine possède une fonction acide, et nous avons montré, M. Louis Ammann et moi, que celle-ci est capable de dissoudre le phosphate de chaux; une solution de caséinate de chaux peut être en effet saturée d'acide phosphorique sans que la liqueur se trouble, et j'ai pu solubiliser de la caséine obtenue par caillage, dans du citrate d'ammoniaque ou dans une solution de résorcine, sans que, même à la longue, le phosphate de chaux se dépose.

Mais ces faits ne suffisent pas à prouver que tout le phosphore et tout le calcium contenus dans la caséine soient à l'état de phosphate de chaux. Je voudrais démontrer au contraire que la moitié seulement du phosphore représente du phosphate de chaux, probablement tribasique, et que le reste est engagé, à l'état de P^2O^5 également, dans une combinaison organique, saponifiable par les alcalis faibles; quant à l'excès de chaux par rapport au phosphate, il est simplement saturé par la fonction acide de la caséine, qui pourrait d'ailleurs en absorber davantage (environ 7 pour 100).

Lorsqu'en effet, après emprésurage d'un lait écrémé, on récolte la caséine, et qu'on la traite par de l'acide acétique étendu, on enlève de l'acide phosphorique et de la chaux, dans la proportion d'environ 1^{mol} de P^2O^5 pour 5^{mol} de chaux; la caséine est alors entièrement décalcifiée; l'acide acétique a donc dissous, à côté du phosphate de chaux, supposé tribasique, une quantité de chaux, combinée à la fonction acide, représentant les $\frac{2}{5}$ environ de la quantité totale.

(1) Reçue dans la séance du 21 octobre 1912.

Mais cette caséine, tandis qu'elle s'épuise facilement de sa chaux par l'acide acétique faible, conserve au contraire, en présence de ce réactif, à peu près la moitié de son phosphore primitif (1,88 pour 100 en P^2O^5 sur 3,55 pour 100). Or, si tout le phosphore était à l'état de phosphate de chaux, l'acide acétique aurait dissous les deux constituants en quantités équivalentes.

Si, au lieu de séparer la caséine par la présure, on emploie un acide organique, comme l'acide acétique ou l'acide lactique provenant de la fermentation lactique, on obtient du premier coup une caséine dépourvue de chaux et renfermant encore environ la moitié du phosphore que contiendrait une caséine préparée par emprésurage.

Pour démontrer que ce phosphore résiduaire est encore à l'état de P^2O^5, mais combiné cette fois à de la matière organique, j'ai eu recours à une saponification modérée au moyen des alcalis; ceux-ci, même à froid, décomposent, il est vrai, la molécule protéique et donnent les produits de dégradation, spécialement l'ammoniaque, que Schutzenberger a signalés dans l'action de la baryte à 180° sur les matières albuminoïdes. C'est là une objection qu'on peut faire à la méthode; mais je ferai remarquer que cette saponification a été faite à froid, par des alcalis faibles comme la chaux, et qu'on n'hésite pas, à la suite d'une saponification de ce genre, faite même à 100°, à admettre la présence de l'acide phosphorique dans les lécithines, la phytine, etc.

J'ai donc repris la caséine décalcifiée et contenant encore du phosphore, par un lait de chaux, à froid, pendant 24 heures; j'ai filtré la solution et précipité par l'acide acétique faible; du fait de cette dégradation dont j'ai parlé plus haut, on n'obtient que 70 à 80 pour 100 de la caséine primitive; mais celle-ci ne renferme plus, après lavage, ni calcium, ni phosphore; le phosphore résiduaire, devenant phosphate de chaux, s'est dissous et a passé dans les liquides.

Au lieu de précipiter la caséine précédente par l'acide acétique, on peut coaguler le liquide par la chaleur; on obtient alors un coagulum, qui ne représente plus, il est vrai, que 25 à 38 pour 100 de la caséine primitive, mais qui ramasse à l'état de phosphate de chaux tout le phosphore contenu dans le liquide avant chauffage, à ce point que l'eau mère n'en renferme plus; un simple lavage du coagulum par l'acide acétique faible élimine ce phosphate de chaux, et l'on recueille une caséine sans phosphore ni calcium.

Je considère donc que la moitié environ du phosphore contenu dans la caséine d'emprésurage est bien à l'état de phosphate de chaux, mais que l'autre moitié est engagée dans une combinaison organique où il figure à l'état de P^2O^5; que les $\frac{3}{5}$ du calcium saturent l'acide phosphorique, les eux autres cinquièmes saturant l'acidité libre de caséine.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur l'existence de principes cyanogénétiques dans une nouvelle Centaurée* (Centaurea Crocodylium *L.*) *et dans une Commélinacée* (Tinantia fugax *Scheidw.*). Note de M. **Marcel Mirande**, présentée par M. Guignard.

Dans l'immense famille des Composées, on ne connaît encore qu'un petit nombre de plantes à acide cyanhydrique. Eichler signale, en 1862, le *Chardinia xeranthemoides* Desf.; Greshoff, en 1899, le *Xeranthemum annuum* et le *X. cylindraceum;* E. Couperot, en 1908, l'*Aplotaxis candicans*, le *Pyrethrum caucasicum*, le *Dimorphotheca pluvialis*, le *Cirsium arvense*.

1. Dans le genre *Centaurea*, E. Couperot, en 1908 (*Journ. de Pharm. et de Chim.*, 6e série, p. 542), indique la présence de l'acide cyanhydrique dans *C. montana* et *C. solstitialis;* la même année, Gerber et Cotte (*Comptes rendus de l'A. F. A. S.*, 37e série, p. 522, Clermont-Ferrand) trouvent cet acide dans le *Centaurea aspera*.

On a déjà fait la remarque que des espèces très voisines peuvent différer quant au pouvoir de fabriquer de l'acide cyanhydrique. Le genre *Centaurea*, dans lequel j'ai examiné un très grand nombre d'espèces, corrobore ce fait.

Au cours de recherches sur ce genre de Composées, une espèce originaire de Syrie, que l'on cultive dans quelques jardins botaniques et qui constitue parmi les Centaurées le type de la section *Crocodylia*, le *Centaurea Crocodylium* L., m'a montré la présence, dans ses organes verts, d'un principe cyanogénétique qui, sous l'influence d'une enzyme contenue aussi dans la plante, donne, parmi ses produits de dédoublement, de l'acide cyanhydrique.

J'ai étudié les tiges et les feuilles au moment de la floraison au mois de juillet. Ces organes, rapidement hâchés et contusés, sont mis en macération dans l'eau, pendant quelques heures, à 30°, puis distillés à la vapeur. Le distillat accuse toutes les réactions de l'acide cyanhydrique, notamment la réaction du bleu de Prusse. Le dosage de cet acide a été effectué par les méthodes de Liebig et de Fordos et Gélis, avec la modification apportée à ces méthodes par Guérin (*Journ. de Pharm. et de Chim.*, 6e série, t. XXII, 1905, p. 433).

La tige contient moins d'acide que la feuille. La moyenne de plusieurs dosages m'a donné, en grammes et pour 100 parties d'organes frais, les chiffres suivants :

Feuilles	0,0238
Tiges	0,0131

Un premier distillat de tiges ou de feuilles, distillé une seconde fois, fournit un liquide qui, traité par la phénylhydrazine acétique, donne un précipité cristallin rapide et dense qui présente tous les caractères cristallographiques et le point de fusion de l'hydrazone de l'aldéhyde benzoïque.

Le distillat contient donc à la fois de l'aldéhyde benzoïque et de l'acide cyanhydrique révélant ainsi la présence, dans le *Centaurea Crocodylium*, d'un glucoside du groupe de l'amygdaline. Gerber et Cotte sont arrivés, par un autre procédé, à la même constatation dans le *Centaurea aspera*.

Notons que dans le *Chardinia xeranthemoides* et les *Xeranthemum* cités ci-dessus, l'acide cyanhydrique avait été trouvé également accompagné de benzaldéhyde.

2. Les Commélinacées sont des plantes des régions intertropicales des deux continents dont on cultive dans nos serres et dans nos jardins botaniques d'Europe un certain nombre de belles espèces ornementales. On connaît peu de choses sur les propriétés de ces plantes; aussi je crois intéressant de signaler, dans une espèce de cette famille, la présence d'un principe cyanogénétique : c'est le *Tinantia fugax* Scheidw. (*Tinantia erecta* Schlecht; *Tradescantia erecta* Jacq.) cultivé dans les jardins botaniques et çà et là dans les jardins particuliers.

J'ai analysé et dosé l'acide cyanhydrique par les mêmes procédés employés ci-dessus.

Les racines ne m'ont pas paru contenir d'acide cyanhydrique. La macération de 500g de tiges n'exerce aucune réaction sur le papier picro-sodé : cet organe ne contient pas d'acide cyanhydrique ou n'en contient qu'une quantité très minime. Il n'y en a pas non plus dans la graine.

L'acide cyanhydrique est contenu dans les feuilles et, de même qu'on l'a observé pour d'autres plantes, la quantité de cette substance diminue au cours de la végétation annuelle de la plante.

Le distillat des feuilles accuse toutes les réactions de l'acide cyanhydrique, notamment la réaction du bleu de Prusse.

Quatre plants, au début de leur floraison, ont donné les quantités suivantes d'acide cyanhydrique, en grammes et pour 100 parties d'organes frais :

0,0141, 0,0140, 0,0135, 0,0119.

Puis, la quantité d'acide diminue peu à peu au cours même de la floraison dont la durée est assez longue. Ainsi, pour ne citer qu'un seul exemple, un pied, chargé de jeunes fleurs et donnant ses premiers fruits mûrs, ne contenait plus que 0g,007 d'acide.

Le distillat ne contient pas d'aldéhyde benzoïque. Le principe cyanogénétique n'appartient pas au groupe de l'amygdaline.

Avec ce premier exemple du *Tinantia fugax*, la famille des Commélinacées constitue une famille nouvelle de plantes à acide cyanhydrique.

MÉDECINE. — *L'antigène dans la réaction de Wassermann*. Note de M. A. **Desmoulière**, présentée par M. Guignard.

Conformément à ce que nous avons dit dans une précédente Note [1], nous allons exposer une méthode nouvelle de préparation de l'antigène syphilitique et l'utilisation de cet antigène dans la réaction de Wassermann.

Les expériences nombreuses effectuées dans le service de M. le professeur Gaucher nous permettent de dire que cette méthode a pour résultat :

1° De mettre en mesure tous les opérateurs de fournir pour un même cas étudié des résultats identiques;

2° De déceler la syphilis dès ses premiers jours, à une période où le Wassermann ancien ne le permettait pas;

3° De révéler son existence dans des cas où le Wassermann ancien ne donnait que des résultats douteux ou négatifs.

Préparation de l'antigène. — Mettre de la poudre de foie d'hérédo-syphilitique dans une allonge en verre, épuiser par l'éther jusqu'à ce que la poudre n'abandonne plus rien à ce dissolvant (on enlève ainsi : acides gras, graisses neutres, cholestérine, etc.). Sécher la poudre à l'air libre, puis dans l'étuve à 37°. Prendre 1^{g} de poudre sèche, faire macérer pendant 72 heures à 37°, avec 20^{cm^3} d'alcool absolu, en flacon soigneusement bouché, et en ayant soin d'agiter de temps en temps. Filtrer. Additionner 10^{cm^3} de la liqueur obtenue de $0^{g},10$ de cholestérine pure. Agiter; la dissolution totale de la cholestérine est assez rapide. La cholestérine que nous avons utilisée dans nos essais a été extraite d'un cerveau humain (dessication dans le vide du cerveau pulpé, addition à la poudre obtenue de potasse alcoolique, ébullition au réfrigérant ascendant, filtration de la liqueur bouillante. La cholestérine cristallise par refroidissement; elle est purifiée par plusieurs cristallisations dans l'alcool). Nous avons vérifié que la cholestérine commerciale, purifiée par recristallisation dans l'alcool, fournissait les mêmes résultats.

Utilisation de l'antigène. — L'antigène dont nous venons de donner la formule est dilué, au moment de l'emploi, dans 15 fois son volume d'eau physiologique. Cette dilution se présente sous forme d'un liquide trouble, avec ondes soyeuses par agitation, mais sans précipité visible. On l'utilise dans la réaction de Wassermann à la dose de $0^{cm^3},3$.

Nous avons l'habitude, avant d'exécuter les réactions définitives, de faire l'expérience préliminaire suivante : trois tubes renfermant chacun 2^{cm^3} d'eau physiologique

---

(1) A. Desmoulière, *L'antigène dans la réaction de Wassermann* (*Comptes rendus*, t. 155, p. 592, séance du 23 septembre 1912).

et $0^{cm^3},3$ d'antigène à $1+15$ sont additionnés respectivement de $0^{cm^3},1$, $0^{cm^3},15$, $0^{cm^3},2$ de sérum de cobaye à $\frac{40}{60}$. Les trois tubes sont mis une heure dans l'étuve à 37°. Chaque tube est ensuite additionné de $0^{cm^3},1$ ambocepteur titré [1] et $0^{cm^3},1$ globules de mouton lavés, dilués dans un volume égal d'eau physiologique. On remet les tubes dans l'étuve à 37°. Le tube, dans lequel l'hémolyse totale est obtenue en une demi-heure environ, indique le volume de complément nécessaire pour les réactions à exécuter.

(Si l'on ne dispose que d'un temps très limité, on peut à la rigueur mettre dans les trois tubes, et en même temps : antigène dilué, complément de cobaye aux doses ci-dessus indiquées, ambocepteur, globules, placer à 37°, et noter le tube dans lequel l'hémolyse totale est obtenue en une demi-heure. Cette expérience fixe comme précédemment, avec un peu moins de précision toutefois, le volume de complément dilué à faire intervenir dans les réactions.)

Les opérations sont alors effectuées en présence du sérum suspect; à part les témoins habituels, deux tubes seulement sont nécessaires renfermant, *le premier :* 2^{cm^3} eau physiologique $+ 0^{cm^3},2$ sérum suspect inactivé $+ 0^{cm^3},3$ antigène dilué + la dose de complément déterminée préalablement; étuve à 37°, 1 heure; ajouter $0^{cm^3},1$ ambocepteur titré $+ 0^{cm^3},1$ globules de mouton lavés au demi; étuve à 37° une demi-heure; *le second :* identique au premier, mais sans antigène.

Les tubes sont ensuite centrifugés et il ne reste plus qu'à noter et interpréter les résultats obtenus.

Interprétation des résultats. — Nous conseillons à ce point de vue d'avoir recours à l'échelle colorimétrique de Vernes, échelle que l'on peut faire très simplement de la manière suivante :

	cm³
Solution aqueuse de fuchsine acide à $\frac{1}{1000}$	10
Solution aqueuse saturée d'acide picrique............	10
Eau distillée	100

La solution pure donne le tube H_8, correspondant à l'hémolyse totale. Pour les autres tubes, on verse 3^{cm^3} d'eau distillée dans 8 tubes à hémolyse, et de la solution ci-dessus on met : $1^{cm^3},35$ pour H_7 ; $0^{cm^3},6$ pour H_6 ; $0^{cm^3},4$ pour H_5 ; $0^{cm^3},25$ pour H_4 ; $0^{cm^3},15$ pour H_3 ; $0^{cm^3},1$ pour H_2 ; $0^{cm^3},05$ pour H_1 ; $0^{cm^3},025$ (c'est-à-dire une goutte, mesurée à l'aide d'un compte-gouttes donnant 40 gouttes environ au gramme d'eau distillée) pour H_0. Les 9 tubes ainsi obtenus sont agités, additionnés chacun de 2 gouttes de formol à 40 pour 100, bouchés et étiquetés.

---

[1] Dans un travail récent : *Sur un point de technique de la réaction de Wassermann*, par MM. Paris et Desmoulière (*Société française de Dermatologie et de Syphiligraphie*, séance du 1er février 1912), nous avons conseillé, pour la conservation du sérum de lapin anti-mouton, sa dilution, après titrage, dans une solution de fluorure de sodium isotonique ($5^g,75$ Na Fl pour 1000^{cm^3}). Nous tenons à signaler à ce sujet qu'un flacon d'ambocepteur ainsi dilué a pu être conservé, dans une armoire du laboratoire, pendant un an sans changement de titre.

Avant de lire les résultats obtenus dans la réaction de Wassermann, on vérifie que le témoin globules, ambocepteur, eau physiologique donne la teinte H_0, que $0^{cm^3},1$ de globules de mouton au demi, ajouté à 2^{cm^3} d'eau distillée, fournit la teinte H_8, et que la même teinte H_8 est également obtenue dans le témoin : antigène, complément, ambocepteur et globules, ainsi que dans le témoin : sérum à examiner, complément, ambocepteur et globules.

Si, après centrifugation, le tube renfermant : sérum à examiner, antigène, complément, ambocepteur et globules, présente la teinte H_0, on conclura à réaction positive totale; si le liquide surnageant présente les teintes équivalentes à H_1, H_2, H_3, H_4, H_5, on conclura à réaction positive presque totale pour H_1, très légèrement atténuée pour H_2, atténuée pour H_3 et H_4, faiblement positive pour H_5, négative pour H_7 et H_8. A H_6, si le malade est un syphilitique certain, on conclura à réaction très faiblement positive; si l'on ne possède aucune indication, on conclura à réaction douteuse ou négative (dans ce cas il sera indiqué d'effectuer une réaction nouvelle, quelque temps après la première).

Nous avons appliqué notre technique de préparation de l'antigène en substituant le foie de porc au foie d'hérédo. Nous avons ainsi obtenu un antigène qui, sans avoir la même sensibilité que celui préparé avec du foie d'hérédo, nous a cependant fourni des résultats exactement semblables à ceux donnés par un bon antigène de foie d'hérédo, préparé suivant la technique ancienne.

Nous voyons là un fait très intéressant, susceptible de guider nos recherches sur une simplification beaucoup plus grande de la préparation de l'antigène.

ZOOLOGIE. — *Observations relatives aux manifestations vocales d'un Anthropoïde (Hylobates leucogenys* Ogilby). Note de M. **Louis Boutan**, présentée par M. Yves Delage.

J'ai suivi pendant plus de cinq années l'évolution d'un Gibbon (*Hylobates leucogenys* Ogilby), et j'ai noté avec soin ses manifestations vocales.

Ces observations ont de l'intérêt, parce que l'animal ayant été placé dès son jeune âge dans des conditions particulières (isolement de ses semblables), la comparaison de ses manifestations vocales avec celles des Anthropoïdes de la même espèce, sauvages ou vivant en captivité dans leur pays d'origine, nous renseigne sur la nature des sons émis par ces Mammifères.

Indépendamment du grand chant caractéristique qui traduit chez l'adulte un état d'excitation, j'ai noté chez cet Hylobate treize manifestations vocales principales, traduisant des états de satisfaction ou de bien-être, de malaise ou de crainte et des états intermédiaires.

Voici le Tableau des principales émissions vocales de l'*Hylobates leucogenys* ([1]) :

1° *État de satisfaction ou de bien-être.* — Hōc hōōc hōc; hōc houc houc, hag couag, gouacgac; couiiiiii (très aigu et répété à plusieurs reprises); hem, hem (à la fois toux et han causé par un effort); koui, hiig, hig (avec écartement des lèvres).

2° *État de malaise ou de crainte.* — Hōc hōouc, hōc; kōc, hōg, koug hiiig; ōok, okouk (grave et saccadé); crucg, crenng (avec grincement des dents).

3° *État intermédiaire.* — Thuinng (doux et plaintif); hoooougig (plaintif et long); kou hig, ōok; preutt, prurrt (avec vibration des lèvres).

4° *Grand chant d'excitation* (avec roulades).

Malgré leur variété et leur nombre, les sons émis par l'Anthropoïde que j'ai observé ne servent à indiquer que des notions assez vagues : *dangereux*, *agréable*, *bon*, *mauvais*, *amitié*, *inimitié*.

Je ne crois pas qu'on puisse leur donner la valeur des mots et les considérer comme les termes d'un langage, ainsi que voudrait le faire M. Garner ([2]) pour les singes qu'il a étudiés.

Ces sons ne représentent pas un langage rudimentaire, mais constituent quelque chose de très différent du langage, tel qu'on doit le définir scientifiquement. Ils n'ont que la valeur d'un *pseudo-langage* ([3]), parce qu'ils diffèrent des mots, non seulement *quantitativement*, mais aussi *qualitativement*.

Je base cette affirmation sur les faits constatés pendant l'évolution de l'Hylobate que j'ai élevé.

Je dois remarquer qu'au moment où j'en ai pris possession, il ne prenait contact avec le monde extérieur que pour prendre sa nourriture et qu'à partir du jour de sa captivité, il est resté sous ma surveillance et pratiquement à l'abri de tout contact avec ses semblables.

Cependant, tous les sons que j'avais entendu émettre par les Hylobates de la même espèce, libres ou captifs, dans leur pays d'origine, ont été reproduits par lui, *spontanément* et sans éducation. Ceci est particulièrement remarquable pour le chant caractéristique de sa race.

A son arrivée en France (février 1909), l'animal, très jeune, puisqu'il n'avait pas complété sa dentition de lait, n'avait encore jamais essayé

([1]) L'étude complète de ces émissions vocales sera donnée dans un Mémoire plus étendu.

([2]) Garner, *Speech of Monkey*.

([3]) *Pseudo* signifiant que la qualification exprimée par le mot qu'il précède est fausse.

d'émettre le grand chant. Ce n'est que plusieurs mois après son arrivée qu'il commença quelques tentatives.

Peu à peu le chant, mal ébauché, devint plus fort et plus complet. Enfin, plusieurs mois après, enregistré sur le phonographe, il ne paraît différer en rien du chant si caractéristique que j'ai entendu à maintes reprises dans les forêts de l'Annam et du Tonkin.

On peut conclure de ces faits que les sons émis par les Gibbons de la même espèce et à l'état sauvage sont spontanés.

Étant donné que le Gibbon est le Mammifère qui présente les manifestations vocales les plus étendues, il semble permis d'étendre cette conclusion aux autres Mammifères et de dire :

Que les sons émis par les Mammifères constituent un pseudo-langage et diffèrent des sons du langage proprement dit en ce qu'ils ne sont pas le produit d'une éducation, qu'ils n'ont rien de conventionnel et représentent des sons spontanés.

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

Ph. v. T.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 4 novembre 1912.

Compensation d'un réseau de nivellements par la méthode des coefficients indéterminés, par Ch. Lallemand, Membre de l'Institut. *Exposé théorique et exemple numérique.* (Extr. du *Nivellement de haute précision*, par Charles Lallemand; 2e édition.) Paris et Liége, Ch. Béranger, 1912; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Elektrobiologie, die Lehre von den elektrischen Vorgängen im Organismus auf moderner Grundlage dargestellt, von Julius Bernstein. Brunswick, Vieweg et fils, 1912; 1 vol. in-8°. (Hommage de M. Julius Bernstein, Correspondant de l'Institut.)

Traité de l'alimentation et de la nutrition à l'état normal et pathologique, par E. Maurel; t. I-IV. Paris, O. Doin, 1900-1912; 4 vol. in-8°. (Présenté par M. Armand Gautier, pour le Concours du prix Montyon, Médecine et Chirurgie, de 1913.)

Tables des poids de l'air γ_t^b, des équivalents barométriques β_t^b, et de la gravité g, par M. S. Riefler. [Publié en trois langues : allemande, anglaise, française.] Berlin, Julius Springer, 1912; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Baillaud. Hommage de l'auteur.)

Service géographique de l'Armée. Vingt et une Feuilles nouvellement publiées :

France, au 50000e, en couleurs : *Berkambois. — Bussang. — Tignes.*

La Terre, au 1000000e : *Paris.*

Tunisie, au 100000e : Nos 71-75-83-84-85-86-91-92-93-99-107-123.

Algérie, au 200000e : Nos 49-65.

La France, au 200000e : *Anvers.*

Tunisie, au 50000 : Environs de *Medenine.*

Maroc, au 500000, en couleurs : *Oued-Saouza.*

Discours sur l'évolution des connaissances en Histoire naturelle, par Georges Pennetier; Ire Partie : *L'antiquité et le moyen âge;* IIe Partie : *Renaissance.* Rouen, A. Gallier et J. Giriend; 1911-1912; 2 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Yearbook of the United States Department of Agriculture, 1911. Washington, Government printing Office, 1912; 1 vol. in-8°.

Bulletin of the Mount Weather Observatory, prepared under the direction of Willis L. Moore, Chief U. S. Weather Bureau; t. V, part 1. Washington, 1912; 1 fasc. in-8°.

On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis 1835 les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deu Tables, l'une par ordre alphabétique des matières, l'autre par ordre alphabétique des noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annu et part du 1er Janvier.

Prix de l'abonnement :

Paris : 30 fr. — Départements : 40 fr. — Union postale : 44 fr.

On souscrit dans les départements,

	chez Messieurs :
Agen	Ferran frères.
Alger	Chaix. Jourdan. Ruff.
Amiens	Courtin-Hecquet.
Angers	Grassin. Siraudeau.
Bayonne	Jérôme.
Besançon	Marion.
Bordeaux	Feret. Laurens. Muller (G.).
Bourges	Renaud.
Brest	Derrien. Grandmontagne. F. Robert. Uzel frères.
Caen	Jouan.
Chambéry	Dardel.
Cherbourg	Henry. Marguerie.
Clermont-Ferr.	Delaunay. Girard-Guillochin.
Dijon	Ratel. Rey. Venot.
Douai	Degez. Lauverjat.
Grenoble	Rey et Cie.
La Rochelle	Foucher.
Le Havre	Dombre. Flammarion.
Lille	Giard. Janny. Tallandier.
Lorient	Baumal. Gosse.
Lyon	Duplat. Georg. Maloine. Phily.
Marseille	Ruat.
Montpellier	Valat. Coulet.
Moulins	Martial Place.
Nancy	Barbé. Berger. Wagner et Lambert.
Nantes	Veloppé.
Nice	Barma.
Nîmes	Lavagne-Peyrot.
Orléans	Loddé.
Poitiers	Blanchier. Lévrier.
Reims	L. Michaud.
Rennes	Plihon et Hommais.
Rochefort	Ripé.
Rouen	Langlois. Lestringant.
St-Étienne	Chevalier.
Toulon	Alté. Figard.
Toulouse	Gimet. Privat.
Tours	Boisselier. Péricat.
Valenciennes	Giard. Lemaitre.

On souscrit à l'étranger.

	chez Messieurs :
Amsterdam	Feikema Caarelsen et Cie.
Athènes	Eleftheroudakis.
Barcelone	Piaget. Verdaguer.
Berlin	Asher et Cie. Friedlander et fils. Mayer et Müller.
Berne	Francke.
Bologne	Zanichelli.
Bruxelles	Lamertin. Lebègue et Cie. Ramlot.
Bucarest	Alcalay. Socec et Ce.
Budapest	Kilian.
Cambridge	Deighton, Bell et Ce.
Christiania	Cammermeyer.
Constantinople	Otto Keil.
Copenhague	Höst et fils.
Florence	Seeber.
Gand	Herckenrath.
Gênes	Beuf.
Genève	Burckhardt. Georg.
La Haye	Belinfante frères.
Lausanne	Payot et Cie. Rouge. Sack.
Leipzig	Brockhaus. Fock. Twietmeyer. Voss.
Liège	Gnusé. Nierstrasz.
Londres	Dulau. Hachette et Cie. Nutt.
Luxembourg	V. Bück.
Madrid	Dossat. F. Fé. Romo. Ruiz et Cie.
Milan	Bocca frères. Hœpli.
Moscou	Tastevin.
Naples	Marghieri di Giu[…] Pellerano.
New-York	Dyrsen et Pfeiffe[…] Lemcke et Buechn[…] Stechert.
Odessa	Rousseau.
Oxford	Parker et Cie.
Palerme	Reber.
Porto	Magalhaes et M[…]
Prague	Rivnac.
Rio-Janeiro	Alvès. Briguiet. Garnier.
Rome	Bocca frères. Loescher et Cie.
Rotterdam	Kramers et fils.
Stockholm	Nordiska Boghande[…]
St-Pétersbourg	Wolff. Zinserling.
Turin	Bocca frères. Brero. Rosenberg et Sellie[…]
Varsovie	Gebethner et Wolf[…]
Vérone	Drucker.
Vienne	Frick. Gerold et Cie.
Zurich	Rascher.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tomes 1 à 31. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix .... 25 fr.
Tomes 32 à 61. — (1er Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix .... 25 fr.
Tomes 62 à 91. — (1er Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix .... 25 fr.
Tomes 92 à 121. — (1er Janvier 1881 à 31 Décembre 1895.) Volume in-4°; 1900. Prix .... 25 fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I. — Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. DERBES et A.-J.-J. SOLIER. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent les Comètes, par M. HANSEN. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. CLAUDE BERNARD. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856 .... 25 fr.

Tome II. — Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. VAN BENEDEN. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur BRONN. In-4°, avec 7 planches; 1861... 25 fr.

À la même Librairie les Mémoires de l'Académie des Sciences, et les Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences.

N° 19.

TABLE DES ARTICLES (Séance du 4 Novembre 1912).

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ÉLECTIONS.

CORRESPONDANCE.

50192 PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.
Le Gérant : GAUTHIER-VILLARS.

1912

DEUXIÈME SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME 155.

N° 20 (11 Novembre 1912).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SEANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1912

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Toute Note manuscrite d'un Membre de l'Académie ou d'une personne étrangère ne pourra paraître dans le *Compte rendu* de la semaine que si elle a été remise le jour même de la séance.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Les *Comptes rendus* ne reproduisent pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin ; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* ne contiennent ni planches, ni figures.

Dans le cas exceptionnel où des figures seraient autorisées, l'espace occupé par ces figures comptera pour l'étendue réglementaire.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 NOVEMBRE 1912.

PRÉSIDENCE DE M. LIPPMANN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse ampliation du Décret portant approbation de l'élection que l'Académie a faite de M. *Marchal* pour occuper, dans la Section d'Anatomie et Zoologie, la place vacante par le décès de M. *J. Chatin*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Marchal** prend place parmi ses Confrères.

ÉLECTRICITÉ. — *Conductibilité intermittente des minces couches diélectriques.* Note de M. **Édouard Branly**.

Un radioconducteur est un contact imparfait entre deux substances conductrices, qui jouit de propriétés spéciales. Comme je l'ai fait voir, il offre une grande résistance électrique à un courant de faible voltage, mais il perd une partie de sa résistance, d'une façon plus ou moins persistante, quand il est parcouru par les courants induits oscillatoires que fait naître à distance dans des conducteurs une étincelle de décharge de condensateur. Un choc, en rapport avec l'effet de l'étincelle, peut lui rendre la résistance perdue. Lorsqu'un réglage relatif de l'étincelle et du choc a été convenablement établi, la répétition d'étincelles et de chocs, qui se succèdent alternativement, détermine dans le radioconducteur une conductibilité

intermittente utilisable pour la réalisation ou pour l'arrêt, sans fil de ligne, de phénomènes commandés à volonté par l'émission d'étincelles.

Le mécanisme de l'action des courants oscillatoires n'a pas été précisé. En ce qui concerne le choc, j'ai montré, par des expériences très variées, que son effet ne devait pas être interprété comme on paraissait disposé à le faire, à propos du tube à limaille, en supposant qu'il s'agissait d'une nouvelle distribution de grains conducteurs qui seraient secoués comme dans un sac. L'effet du choc est indépendant d'une mobilité apparente des molécules de la substance qui sépare les deux faces du contact imparfait. J'ai comparé, dès le début, l'action du choc sur un radioconducteur à l'action du choc sur un aimant, en insistant en même temps sur des analogies que les phénomènes de conductibilité intermittente présentent avec les phénomènes de magnétisme et de polarisation électrique.

En disant qu'un radioconducteur est un contact imparfait, on laisse entendre qu'il y a, dans la région du contact, un espace trouble qui est le siège de modifications introduites d'abord par les courants de l'étincelle, puis par le choc. En énumérant les hypothèses qui sont susceptibles d'être invoquées pour une explication du genre de conductibilité observé, je me suis attaché autrefois de préférence à l'une d'elles : *la conductibilité d'un radioconducteur est la conductibilité du diélectrique mince* interposé entre les deux conducteurs du contact imparfait, et les phénomènes spéciaux observés sont *particuliers à la conductibilité de couches diélectriques de très faible épaisseur*. Les résultats que je présente actuellement paraissent confirmer l'hypothèse que j'avais formulée. La conductibilité des couches minces diélectriques est progressive et elle varie avec leur compression; pour la suivre, j'ai fait usage de dispositifs qui demandent une description.

Mode opératoire. — Entre deux disques métalliques horizontaux, de 32^{mm} de diamètre, dressés, parfaitement plans sur leurs faces en regard, et servant d'électrodes, se trouve interposée une mince couche diélectrique. Le système des disques et de la couche diélectrique est serré, à une pression graduellement croissante, entre un plafond fixe et la plate-forme d'un piston plein mobile, horizontale comme le plafond. Le piston s'élève par la poussée d'une pression gazeuse qui le fait monter verticalement, en glissant à frottement doux contre les parois intérieures d'un cylindre bien tourné. La pression motrice du gaz est mesurée par un manomètre à mercure. Quand le poids du piston soulevé est équilibré par une pression suffisante, tout accroissement de pression produit un serrage de la couche mince comprise entre les deux disques. Un des deux disques, recouvert par la couche du diélectrique et soulevé par le piston, vient appliquer la face supérieure du diélectrique contre la face inférieure du second disque qui est fixé au-dessous du plafond. Au voisinage de la pression qui établit le

contact, le piston doit être soulevé très lentement afin que, par un glissement d'une surface sphérique convexe sur une surface huilée de même courbure, le disque inférieur, solidaire de la surface convexe, puisse s'incliner légèrement, s'il y a lieu, et s'applique exactement sur le plan du disque supérieur. Les appareils de compression, construits entièrement dans mon laboratoire, permettent d'exercer des pressions qui se maintiennent fixes pendant un *temps quelconque*, après la fermeture des robinets d'accès et de sortie du gaz qui pousse le piston. Les pressions exercées peuvent atteindre 3^{kg} par centimètre carré de la surface horizontale des disques.

Les deux disques sont intercalés dans le circuit d'une pile avec un galvanomètre à réflexion de 1000 ohms, ou plus, de résistance.

Les *piles* employées à fournir le courant destiné à traverser la lame diélectrique sont : une pile thermo-électrique d'éléments bismuth-argent, à températures réglées (habituellement 95°-15°); un élément zinc-cadmium, à sulfates; un élément zinc-cuivre, à sulfates (Daniell). Les forces électromotrices de ces piles sont déterminées successivement avec une précision suffisante dans un circuit qui ne comprend, avec chacune d'elles, qu'un galvanomètre fonctionnant en voltmètre.

La *nature des disques* a été variable; bien que leur substance exerce souvent une influence, je n'en ai pas fait jusqu'ici l'objet d'une recherche suivie; j'ai employé surtout des disques parfaitement plans en argent, cuivre et cobalt.

Toutes les *lames minces diélectriques* intercalées se sont comportées de la même manière. Leur choix n'a eu pour motif que la facilité de les rencontrer ou de les préparer. Ce furent des feuilles de gutta-percha laminées dont l'épaisseur a varié de 25 microns à 10 microns, cette dernière épaisseur étant obtenue par extension directe, des lames de collodion photographique de 15 à 10 microns, *certaines* feuilles de mica de 5 microns et au-dessous, des couches de résine copal d'une solution dans l'éther, de gomme laque d'une solution alcoolique, de celluloïd d'une solution dans l'acétone, des enduits de paraffine appliqués à chaud et refroidis. La paraffine et les couches obtenues par évaporation d'une dissolution avaient été étendues sur la face supérieure du disque qui était soulevé par le piston de la pompe.

La pompe de compression, avec les disques à diélectrique qu'elle porte, est soustraite, par son mode de suspension, aux trépidations extérieures.

Résultats. — *Production de la conductibilité.* — Toutes les lames minces se sont montrées *conductrices* pour une certaine pression, généralement inférieure à un demi-kilogramme par centimètre carré et souvent beaucoup plus faible avec une force électromotrice suffisante. Leur conductibilité s'est montrée, dans une certaine mesure, *comparable à la conductibilité des conducteurs métalliques ;* il n'y avait pas de polarisation et la déviation du galvanomètre était, pour de petites forces électromotrices, proportionnelle à la force électromotrice, doublant, triplant en même temps qu'elle.

On faisait, autant que possible, d'abord usage de la pile thermo-électrique. Lorsque la conductibilité venait d'être établie par pression et que la

déviation du galvanomètre était encore loin d'atteindre la déviation maximum, on maintenait, à un certain moment, la pression fixe et l'on effectuait les mesures des déviations. La déviation *maximum* était celle qu'on obtenait en laissant en dehors du circuit les disques et le diélectrique; la comparaison des déviations maxima donnait, comme on l'a vu, les rapports des forces électromotrices des piles.

Alors même que la pression était maintenue fixe, il y avait habituellement tendance à un accroissement de conductibilité; cet accroissement de conductibilité était accompagné de quelques oscillations et l'on devait alors effectuer rapidement les mesures. On notait les nombres correspondant à 10, puis à 4 éléments thermo-électriques. Pour ces éléments, il y avait constamment proportionnalité de la déviation à la force électromotrice, elle se poursuivait souvent avec l'élément zinc-cadmium, rarement avec l'élément Daniell; avec ce dernier la déviation était habituellement trop forte. L'accroissement très notable de conductibilité que déterminait l'introduction momentanée de l'élément Daniell dans le circuit des disques persistait en grande partie quand on revenait aux éléments thermo-électriques.

La résistance de la couche mince diélectrique était obtenue en substituant, dans le circuit, des résistances au système des disques, de façon à obtenir la même déviation du galvanomètre.

Actions de l'étincelle et du choc. — Quand une conductibilité suffisante avec 1, 4 ou 10 éléments thermo-électriques avait été acquise, une étincelle de décharge de condensateur produite à distance diminuait brusquement et notablement la résistance d'une façon persistante, un choc approprié la rétablissait. Les conditions de conductibilité pour une étincelle donnée, et de choc par rapport à l'étincelle, doivent être cherchées pour obtenir le meilleur effet. Pour une même étincelle et pour un même choc qui se correspondent, la répétition des alternatives de conductibilité et de résistance se réalise régulièrement. Si l'étincelle a agi assez vivement pour donner une déviation voisine du maximum, la conductibilité est devenue trop forte et l'effet du choc est insuffisant pour bien rétablir la résistance; toutefois en réduisant le nombre des éléments thermo-électriques à un seul, l'action du choc est facilitée.

Lorsqu'un accroissement de conductibilité avait été obtenu par l'étincelle, la *proportionnalité* entre les déviations et le nombre des élements du circuit *se vérifiait;* la vérification avait encore lieu après le choc.

Les diverses conductibilités : avant l'étincelle, après l'étincelle, avant le

choc, après le choc semblaient ainsi correspondre à des états de la couche diélectrique qui étaient stables à un moment donné.

Des échantillons d'une même substance et de même épaisseur (sauf pour le mica) se comportaient à peu près de la même façon pour une même pression, autant que le permettaient toutefois les imperfections dans l'homogénéité et l'égalité d'épaisseur sur toute la couche diélectrique.

Avec une couche extrêmement mince de vernis, la pression de conductibilité était très petite ; il a fallu faire monter la pression gazeuse sous le piston compresseur, avec une extraordinaire lenteur, pour ne pas arriver d'emblée à la conductibilité maximum, même lorsque les températures extrêmes des éléments thermo-électriques avaient été rapprochées; on parvenait cependant à fixer des déviations qui ne dépassaient pas le tiers ou la moitié de la déviation maximum; la proportionnalité entre la déviation et la force électromotrice se vérifiait alors avec une approximation qui était, comme pour la plupart des autres substances, voisine de $\frac{1}{100}$ et les effets de l'étincelle et du choc avaient lieu comme à l'ordinaire. Les opérations devenaient plus aisées, avec ce vernis très mince, lorsque les faces en regard des disques étaient vernies toutes les deux comme les plateaux d'un électroscope condensateur.

Si la couche diélectrique interposée entre les deux disques n'avait pas une minceur suffisante, en restant cependant encore très mince, il convenait d'*amorcer* la conductibilité en introduisant en premier lieu dans le circuit un élément Daniell. Souvent, après une très minime conductibilité, lentement et progressivement acquise sous une pression graduellement croissante, survenait un départ brusque correspondant à une conductibilité trop accentuée et, sous la même pression, les éléments thermo-électriques substitués à l'élément Daniell donnaient lieu aussi à une trop forte conductibilité. Laissant alors les éléments thermo-électriques avec les disques dans le circuit, on faisait descendre lentement la pression pour revenir à des déviations relatives à des conductibilités beaucoup plus faibles, la proportionnalité des déviations et des forces électromotrices était vérifiée, puis l'étincelle et le choc produisaient leurs effets *normaux*.

J'ajoute qu'au lieu d'interposer entre les disques une couche diélectrique débordant les disques, le disque supérieur a été muni à plusieurs reprises d'un court prolongement cylindrique qui appuyait par une tête sphérique sur une très petite surface de la couche diélectrique ; les résultats obtenus concordaient avec ceux des couches diélectriques de large surface.

Comparaison avec les radioconducteurs. — On reconnaîtra que les

phénomènes précédents de conductibilité intermittente obtenus avec les couches diélectriques minces sont ceux que m'avaient donnés autrefois les poudres et grenailles métalliques, entre électrodes métalliques, les colonnes de billes et de disques et aussi les dispositifs à un seul contact, où l'isolant était soit un oxyde, soit un sulfure, soit de la résine : conductibilité par étapes, par serrage graduel des électrodes; effet de l'étincelle pour une petite conductibilité, puis effet contraire du choc, le choc étant souvent imperceptible; sensibilité maximum à l'étincelle et au choc pour un serrage obtenu par tâtonnements; amorçage de la conductibilité par une force électromotrice supérieure à la force électromotrice de régime. Les expériences actuelles *localisent* mieux les effets *dans la couche diélectrique interposée* et elles permettent des mesures *régulières*. D'ailleurs, la comparaison peut être faite plus ou moins aisément avec tous les radioconducteurs et en particulier, avec le plus vulgaire, le tube à limaille.

Pour rendre la comparaison plus facile et pour la présenter de la façon la plus générale, je signalerai l'emploi d'un tube à limaille de *zincite* qui a l'avantage d'offrir réunies, d'une façon bien apparente, toutes les propriétés des différents radioconducteurs, dans les diverses conditions de leur emploi. Intercalée entre des électrodes d'or dans le circuit d'une pile thermoélectrique à éléments bismuth-argent, sous une pression des électrodes réglable par une vis micrométrique munie d'un tambour divisé, la limaille de zincite est d'abord amenée à une faible conductibilité qui permet de vérifier la proportionnalité entre la déviation du galvanomètre et la force électromotrice de la pile; on poursuit aisément la vérification jusqu'à l'élément zinc-cadmium à sulfates. On constate ensuite l'usage utilisable du tube à limaille de zincite subissant les effets alternatifs de l'étincelle et du choc, pour une pression convenablement choisie.

Le tube à limaille de zincite se prête d'autre part aux réceptions téléphoniques directes avec et sans pile (le son étant plus accentué quand une pile fait partie de son circuit) et le maximum de sonorité téléphonique correspond à une nouvelle pression de la limaille, différente de la pression précédemment choisie pour le premier usage; cette nouvelle pression est accusée comme l'autre par une déviation du galvanomètre qu'on peut préciser.

Je ferai remarquer que des systèmes de disques métalliques à diélectrique mince intercalé sont également sensibles (avec et sans pile) aux réceptions téléphoniques de stations même éloignées, dans certaines conditions de pression et de conductibilité.

Les résultats que j'ai énoncés ne comprennent pas la question entière de la conductibilité des couches minces diélectriques, en toutes circonstances,

au point de vue des effets de l'étincelle et du choc. Je n'ai considéré ici cette conductibilité que dans ses relations avec la télégraphie sans fil.

Parfois une étincelle donne lieu à une augmentation de la résistance de la lame mince diélectrique, tandis que le choc consécutif entraîne une diminution. Le choc avant l'étincelle détermine souvent une augmentation de résistance, mais il peut aussi conduire à une diminution. Ce ne sont pas là des effets fortuits, car ils se répètent quand les conditions sont maintenues les mêmes, aussi bien avec des tubes à limaille et des radioconducteurs variés qu'avec les disques à diélectrique. C'est en augmentant lentement la pression qui soulève le piston compresseur et en attendant une conductibilité suffisante, que les actions que j'ai qualifiées de *normales* se présentent d'une façon régulière. On sait d'ailleurs que le choc produit en magnétisme des actions différentes, que l'on jugerait contradictoires si l'on n'analysait pas les conditions spéciales qui se rapportent à chaque cas.

M. **Armand Gautier**, délégué de l'Académie au Deuxième Congrès national du Froid, s'exprime en ces termes :

Le deuxième Congrès de l'*Association française du Froid*, auquel l'Académie avait bien voulu déléguer notre Confrère M. d'Arsonval et moi, a tenu ses séances à Toulouse du 23 au 26 septembre dernier.

Les cent dix Communications présentées aux diverses Sections de ce Congrès ont montré l'intérêt qui, chaque jour davantage, s'attache aux multiples applications du froid.

Dans la première Section (*Gaz liquéfiés et matériel frigorifique*), ont été annoncés les résultats des recherches entreprises par MM. Kamerlingh Onnes et Gromelin, qui ont pu vérifier que la loi du diamètre rectiligne de la courbe des densités s'applique à l'argon, gaz monoatomique, comme elle s'applique aux gaz à molécules polyatomiques. M. d'Arsonval se propose de vous exposer avec quelques détails les travaux de cette Section qu'il présidait.

La deuxième Section a examiné les nouvelles applications du froid à la conservation des matières périssables, à la création et à l'utilisation des chambres et des transports frigorifiques, à la conservation des viandes et autres denrées altérables, soit en vue des usages de la vie journalière, soit surtout en cas de mobilisation, pour l'alimentation de l'armée et la constitution des réserves des camps retranchés.

A la troisième Section ont été communiquées les principales applications du froid à l'industrie nationale. La quatrième a discuté l'état actuel des transports frigorifiques en France et les desideratums exprimés à ce sujet.

La Section suivante s'est particulièrement préoccupée de la question de l'enseignement de la science du Froid et de ses principales applications dans les Écoles qui dépendent des Ministères de l'Agriculture, du Commerce et de l'Instruction publique.

A la sixième Section, nouvellement créée, ont été communiquées les diverses améliorations que le froid permet d'apporter à l'hygiène de nos maisons et de nos hôpitaux et à la pratique médicale.

Les autorités municipales, gouvernementales et scientifiques de la ville de Toulouse ont fait grand accueil à ce Congrès, dont le succès s'est encore accru grâce à une série de Conférences relatives aux applications du froid artificiel aux industries locales.

Ces applications du froid s'étendent sans cesse et jouent un rôle chaque jour plus important dans la vie moderne. C'est un honneur pour notre pays de l'avoir compris et d'avoir pu fonder, il y a quatre ans, à la suite du Premier Congrès du Froid, l'*Association internationale du Froid* dont le siège est à Paris.

M. L. **De Launay** fait hommage à l'Académie d'un Ouvrage qu'il vient de publier sous le titre : *Traité de Métallogénie. Gîtes minéraux et métallifères.*

Cet Ouvrage en trois Volumes contient l'exposition rationnelle de tous les travaux de l'auteur sur les gîtes minéraux et métallifères, avec leur application aux gisements du monde entier. Les Chapitres de généralités, par lesquels débute le premier Volume, présentent les résultats de ses recherches sur le groupement des minerais par provinces régionales, sur la relation des types métallifères avec les types pétrographiques et avec la profondeur originelle, sur les associations des minerais par familles naturelles, sur les altérations ultérieures des gisements. La seconde Partie de l'Ouvrage est consacrée à la description systématique des gisements, classés par substance et par type géologique en faisant une large place au côté statistique et économique du sujet.

CORRESPONDANCE.

Le Prince **Roland Bonaparte**, Président de la Société de Géographie, annonce, par une lettre du 4 novembre courant, que la Société de Géographie recevra, en séance solennelle, le mercredi 13 novembre, à 9 heures du soir, dans le grand amphithéâtre de la Sorbonne, la mission du Dr *Legendre*.

Il invite le Président de l'Académie à assister à cette réunion et à prendre place au Bureau.

MM. **Louis de Goy**, **C. Raveau**, **G. Urbain** adressent des remercîments pour les distinctions que l'Académie a accordées à leurs travaux.

M. le **Ministre de la Guerre** fait savoir qu'il a nommé Membres du Conseil de Perfectionnement de l'École Polytechnique, pour l'année scolaire 1912-1913, MM. *H. Le Chatelier* et *H. Léauté*, qui avaient été choisis par l'Académie pour la représenter.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

La vie et les travaux de Louis-Charles Lortet, par Claude Gaillard. (Présenté par M. Chauveau.)

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète 1912 c Borrelly, faites à l'Observatoire de Marseille, au chercheur de comètes.* Note de M. **Borrelly**, présentée par M. B. Baillaud.

Comète 1912 *c* Borrelly.

Dates. 1912.	Temps moyen de Marseille.	Différence en Æ.	Différence en déclin.	Nombre de compar.	Æ apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.	★.
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Nov. 3...	6.32.19	+1.56,08	+ 6.15,0	5: 5	17.55.10,57	$+\bar{1}$,627	+37.22. 0,6	+0,374	*b*
» 3...	7.13.18	+2. 8,98	+ 3.30,3	5: 5	17.55.23,47	$+\bar{1}$,677	+37.19.15,9	+0,471	*b*
» 6...	7.33.59	−0.28,37	+ 9. 9,6	10:10	18.18. 3,82	$+\bar{1}$,660	+32.21.12,7	+0,556	*c*
» 6...	8.45. 1	−0. 9,26	+ 3.56,9	5: 5	18.18.22,93	$+\bar{1}$,699	+32.16. 0,0	+0,665	*c*
» 8...	7. 0.12	+0.22,03	−11.59,1	7: 7	18.30.52,87	$+\bar{1}$,603	+29.11.51,6	+0,537	*d*

Position des étoiles de comparaison.

⋆.	Gr.	Æ moyenne, 1912,0.	Réduction au jour.	𝒟 moyenne, 1912,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
b....	3,8	17.53.14,08	+0,41	+37.15.41,8	+ 3,8	Berliner Astronomische Jahrbuch 1912
c....	7,5	18.18.31,56	+0,63	+32.11.58,1	+ 5,0	6623 Leyde, A.G.
d...	9,0	18.30.30,09	+0,75	+29.23.45,3	+ 5,4	9029 Cambridge (Engl.), A.G.

Remarques. — Le 3, la comète a sensiblement le même aspect que la veille; le noyau a le même éclat, mais ne paraît pas être placé au centre de la nébulosité cométaire. Le 6, le ciel est nuageux, la comète est faible et l'observation en est difficile. Le 8, le ciel est beau, la comète brille d'un bel éclat, mais la chevelure a diminué d'étendue.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Borrelly* (*c*, 2 *novembre* 1912), *faites à l'Observatoire de Marseille* (*équatorial d'Eichens, de* 0^m,26 *d'ouverture*). Note de M. **Coggia**, présentée par M. B. Baillaud.

Dates. 1912.	Temps moyen de Marseille.	ΔÆ.	Δ𝒫.	Nombre de compar.	Æ appar.	Log. fact. parallaxe.	𝒟𝒫 appar.	Log. fact. parallaxe.	⋆.
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Nov. 4....	6.13.18	+2.29,88	— 9.56,5	15:10	18. 3. 1,78	$+\bar{1}$,580	54.16. 1,6	—0,359	1
» 8....	6.10.15	—0.13,22	+ 4.23,3	18:18	18.30.41,11	$+\bar{1}$,520	60.44.58,2	—0,467	2

Positions moyennes des étoiles de comparaison.

⋆.	Gr.	Æ 1912,0.	Réduction au jour.	𝒟𝒫 1912,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
1.......	8,7	18. 0.31,43	+0,47	54.26. 2,3	—4,0	7457 Lund.
2.......	9,5	18.30.53,58	+0,75	60.40.40,2	—5,4	Cambridge Engl. 9034.

La comète est ronde, graduellement plus brillante vers le centre, mais sans noyau bien défini. Éclat : 10^m faible. Diamètre : 1′,6 environ.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète* 1912 *c* (Borrelly), *faites à l'Observatoire de Marseille* (*équatorial d'Eichens, de* 0^m,26 *d'ouverture*). Note de M. **Esmiol**, présentée par M. B. Baillaud.

Dates. 1912.	Temps moyen de Marseille.	ΔÆ.	Δ𝒫.	Nombre de comp.	Æ apparente.	Log. fact. parall.	𝒫 apparente.	Log. fact. parall.	⋆
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Nov. 4.......	7.16.55	+2.50,43	—5.31,1	15:5	18. 3.22,33	$+\bar{1}$,670	54.20.27,2	—0,497	*a*
» 6......	7.10.25	—0.44,21	+4.38,8	18:6	18.17.56,77	$+\bar{1}$,639	57.37. 4,0	—0,519	*b*
» 8.......	7.17.24	+1.31,02	—0. 2,5	15:5	18.30.56,63	$+\bar{1}$,626	60.49.55,7	—0,564	*c*

Positions des étoiles de comparaison.

★.	Gr.	Æ moyenne 1912,0.	Réduction au jour.	D moyenne 1912,0.	Réduction au jour.	Autorités.
a.....	8,7	18h. 0m.31s,43	+ 0s,47	54°.26′. 2″,3	— 4″,0	7457 A.G. Lund.
b.....	8,2	18.17.56,77	+ 0,62	57.37. 4,0	— 5,0	6625 A.G. Leyde.
c.....	9,3	18.29.24,86	+ 0,75	60.49.55,7	— 5,2	3284 B.D. + 20.

La comète offre l'aspect d'une nébulosité vaguement ronde, dont l'éclat va en croissant des bords vers la région centrale; j'ai estimé la partie la plus brillante de 10e-11e grandeur et je n'ai pas distingué de noyau. Le diamètre vertical est de 1′,6 environ.

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle comète Borrelly* (1912 *c*) *faites à l'Observatoire de Paris* (*équatorial de la tour de l'Est de* 0m,40 *d'ouverture*). Note de M. **Giacobini**, présentée par M. B. Baillaud.

Dates. 1912.	Temps moyen de Paris.	Δα.	Δδ.	Nombre de comp.	Asc. droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.	★
Nov. 6......	6h. 9m.35s	— 0m.58s,49	— 1′.12″,1	12: 6	18h.17m.42s,48	$\bar{1}$,502	+32°.26′.22″,7	0,522	*a*
» 7......	6.30.20	+ 0.58,03	— 6.49,6	12: 6	18.24.29,59	$\bar{1}$,525	+30.48. 5,4	0,567	*b*

Position moyenne des étoiles de comparaison.

★	Gr.	Asc. droite 1912,0.	Réduction au jour.	Déclinaison 1912,0.	Réduction au jour.	Autorités.
a.....	8,2	18h18m.40s,35	+0s,62	+32°.27′.29″,8	+5″,0	Leiden 6625
b.....	6,8	18.23.30,88	+0,68	+30.54.49,9	+5,1	½(Paris 24017 + Leiden 6666)

La comète offre l'aspect d'une nébulosité ronde de 40″ à 45″ d'étendue, avec au centre une légère condensation. Pas de queue. Grandeur 11e environ.

M. Solomos m'a assisté dans ces observations.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Schaumasse* (1912 *b*), *faites à l'équatorial coudé* (0m,32) *de l'Observatoire de Lyon*. Note de M. **J. Guillaume**, présentée par M. B. Baillaud.

Dates. 1912.	Temps moyen de Lyon.	Δα.	Δδ.	Nombre de compar.	α apparente.	Log. fact. parall.	δ apparente.	Log. fact. parall.	★.
Oct. 2...	17h.20m.28s	+0m. 0s,12	— 6′.10″,0	8: 8	10h.40m.59s,24	—9,422	—16°.38′.37″,4	+0,929	*a*
» 3...	16.54.17	—0. 1,08	— 2.39,2	10:10	10.43.58,68	—9,479	—17.49.21,2	+0,904	*c*
» 6...	17.20.43	—0.19,56	+ 9. 5,0	12:11	10.53.19,65	—9,425	—21.23.57,0	+0,882	*e*
» 7...	17.17.54	—0.13,66	+ 7. 4,5	12:12	10.56.28,89	—9,434	—22.33.31,2	+0,884	*f*

Position des étoiles de comparaison.

⋆.	α moyenne 1912,0.	Réduction au jour.	δ moyenne 1912,0.	Réduction au jour.	Autorités.
	h m s	s	° ′ ″	″	
a......	10.40.57,71	+1,41	−16.32.27,2	−0,2	10ᵉ, rapportée à *b*
b......	10.41.33,67	»	−16.38.15,4	»	A.G. Washington, 4284
c......	10.43.58,36	+1,40	−17.46.41,8	−0,2	10ᵉ, rapportée à *d*
d......	10.42.58,88	»	−17.41.18,4	»	A.G. Washington, 4299
e......	10.53.37,84	+1,37	−21.33. 1,8	−0,2	Paris$_3$, 13426
f......	10.56.41,20	+1,35	−22.40.35,4	−0,3	10ᵉ, rapportée à *g*
g......	10.54.49,05	»	−22.46.55,0	»	Yarn. Frisby, 4688

Remarques. — La comète est d'environ 11ᵉ grandeur, globulaire, bords diffus, condensation centrale peu accusée. Le 12, des cirrus et la Lune rendent la comète excessivement faible; images très agitées pendant la comparaison de l'étoile. Le 3, images très instables; le vent agite parfois le bras de la lunette.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Borrelly (1912 c), faites à l'Observatoire de Lyon.* Note de MM. **Luizet** et **Guillaume**, présentée par M. Baillaud.

Dates. 1912.	Temps moyen de Lyon.	Δα.	Δδ.	Nombre de comp.	α apparente.	Log. fact. parall.	δ apparente.	Log. fact. parall.	⋆ et Instr.
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Nov. 7...	6.28.43	+ 0.54,98	− 6. 1,2	12:12	18.24.26,68	+9,548	30.48.53,7	+0,513	*a* C
» 7...	6.31.30	+ 0.56,15	− 6.19,8	12:12	18.24.27,85	+9,553	30.48.35,1	+0,516	*a* B
» 8...	6. 6.19	—	− 8.43,2	—:10	—	—	29.15. 7,5	+0,507	*b* C
» 8...	6.20.44	+ 0.13,37	− 9.42,7	10:10	18.30.44,21	+9,522	29.14. 8,0	+0,524	*b* B
» 9...	6.14.44	− 0.44,84	+ 0. 8,7	12:12	18.36.41,39	+9,500	27.41.10,7	+0,539	*c* C
» 9...	6.29.35	− 0.41.17	− 7.44,2	12:12	18.36.44,83	+9,528	27.40.13,2	+0,555	*d* B

Position des étoiles de comparaison.

⋆	α moyenne 1912,0.	Réduction au jour.	δ moyenne 1912,0.	Réduction au jour.	Autorités.
	h m s	s	° ′ ″	″	
a	18.23.31,01	+ 0,69	30.54.49,8	+ 5,1	A.G. Leide, 6666
b	18.30.30,09	+ 0,75	29.23.45,3	+ 5,4	A.G. Cambr. E., 9029
c	18.37.25,40	+ 0,83	27.40.56,4	+ 5,6	A.G. Cambr. E., 9131
d	18.37.25,18	+ 0,82	27.47.51,8	+ 5,6	A.G. Cambr. E., 9130

Remarques. — La comète présente l'aspect d'une nébulosité circulaire, d'environ 3′ de diamètre, avec condensation centrale et noyau stellaire de 11ᵉ grandeur; l'éclat total est d'environ 9ᵉ grandeur.

M. Luizet a observé à l'équatorial coudé (C) et M. Guillaume à l'équatorial Brünner (B).

Le 8, des nuages gênent l'observation.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Borrelly* (1912 *c*), *faites à l'Observatoire de Besançon* (*équatorial coudé de* 0^m,33 *d'ouverture*). Note de M. **P. Chofardet**, présentée par M. B. Baillaud.

Dates. 1912.	Temps moyen de Besançon.	Δ$\mathcal{R}$.	Δ$\mathcal{D}$.	Nombre de compar.	$\mathcal{R}$ apparente.	Log. fact. parallaxe.	$\mathcal{D}$ apparente.	Log. fact. parallaxe.	⋆.
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Nov. 4..	6.20.29	+2.14,45	+14.13,0	9:12	18. 3. 3,28	9,565	54.16.16,9	$0,461_n$	*a*
» 4..	7.17.32	+2.49,88	— 5.46,4	9:12	18. 3.21,79	9,641	54.20.11,8	$0,559_n$	*b*
» 6..	9.43.45	+0. 7,15	— 0.30,9	12: 9	18.18.39,34	9,673	57.47.10,4	$0,768_n$	*c*
» 7..	6.20,46	+1.54,90	+ 6.30,3	12: 9	18.24.23,38	9,524	59.10.14,6	$0,531_n$	*d*
» 7..	6.20.46	+0.51,82	+ 5. 9,7	12: 9	18.24.23,51	9,524	59.10.14,8	$0,531_n$	*e*

Positions des étoiles de comparaison.

⋆.	Gr.	$\mathcal{R}$ moyenne. 1912,0.	Réduction au jour.	$\mathcal{D}$ moyenne 1912,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
a.....	7,1	18. 0.48,37	+0,46	54. 2. 8,1	— 4,2	A.G. Lund, 7461
b.....	8,7	18. 0.31,43	+0,48	54.26. 2,3	— 4,1	A.G. Lund, 7457
c.....	7,5	18.18.31,56	+0,63	57.47.46,3	— 5,0	A.G. Leiden, 6623
d.....	9,1	18.22.27,80	+0,68	59. 3.49,3	— 5,0	A.G. Leiden, 6653
e.....	6,8	18.23.31,01	+0,68	59. 5.10,2	— 5,1	A.G. Leiden, 6666

Remarques. — Le 4 novembre, la comète, estimée de 10e grandeur, se voit avec une tête sensiblement ronde, d'un diamètre égal à 1′,5 et une condensation étalée et diffuse. Un petit noyau scintillant, qui peut être de 13e grandeur, s'aperçoit au centre.

Le 6, la lumière de la comète est très affaiblie par la proximité de l'horizon.

Le 7, la comète a le même aspect que le 4.

ASTRONOMIE. — *Observations et éléments de la comète Borrelly* (1912 *c*), *obtenus à l'Observatoire de Besançon.* Note de M. **P. Brück**, présentée par M. B. Baillaud.

Dates. 1912.	Temps moyen de Besançon.	Δ$\mathcal{R}$.	Δ$\mathcal{D}$.	Nombre de compar.	$\mathcal{R}$ apparente.	Log. fact. parallaxe.	$\mathcal{D}$ apparente.	Log. fact. parallaxe.	⋆
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Nov. 4.......	7.15.50	+3. 9,25	—4.18,5	4: 8	18. 3.21,95	$\bar{1}$,540	54.20. 3,5	$0,551_n$	*a*
» 4.......	7.26. 7	+2.52,78	—5.12,0	5: 8	18. 3.24,68	$\bar{1}$,540	54.20.46,2	$0,551_n$	*b*
» 7.......	6. 5.44	+ 47,99	+4.11,7	6: 8	18.24.19,70	$\bar{1}$,487	59. 9.16,8	$0,504_n$	*c*
» 9.......	7.58.39	— 21,64	+6.16,8	9: 8	18.37. 4,58	$\bar{1}$,627	62.25.14,8	$0,672_n$	*d*

Position des étoiles de comparaison.

★.	Gr.	Æ moyenne 1912,0.	Réduction au jour.	℘ moyenne 1912,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
a........	8,8	18. 0.12,23	+0,47	54.24.26,0	−4,0	7453 Lund.
b........	8,7	18. 0.31,43	+0,47	54.26. 2,3	−4,1	7457 Id.
c........	6,8	18.23.31,01	+0,69	59. 5.10,2	−5,1	6666 Leiden.
d........	9,5	18.37.25,40	+0,82	62.19. 3,6	−5,6	9131 Cambridge (Eng.).

Nébulosité faible, à peu près ronde. Il existe un point brillant intérieur, mais peu apparent et difficile à observer.

Avec le télégramme de la découverte (2 novembre), une observation d'Arcetri (3 novembre), communiquée télégraphiquement par M. Abetti, et une de mes observations du 4 novembre, j'ai calculé ces éléments provisoires :

Passage au périhélie : 1912 octobre 12,79 temps moyen Paris

Longitude du nœud	135°.12′	1912,0
Inclinaison....................	128.49	1912,0
Distance du nœud au périhélie......	83.22	1912,0
Log. de la distance périhélique.....	0,0227	

M. Borrelly ayant eu l'obligeance de me communiquer ses observations, je m'occupe à en tirer de meilleurs éléments.

ASTRONOMIE. — *L'identification des petites planètes.* Note de M. Louis Fabry, présentée par M. B. Baillaud.

Le grand nombre des planètes comprises entre Mars et Jupiter rend souvent difficile l'identification de celles que l'astronome rencontre dans sa lunette. Des confusions se sont produites. La méthode suivante qui, par limitations successives, permet de reconnaître facilement une planète dont on possède deux observations rapprochées, me paraît digne de quelque attention :

Après avoir réduit les positions en longitudes et latitudes, par un calcul à cinq décimales, on fera une ou deux hypothèses sur la distance de la planète au Soleil projetée sur l'écliptique ρ. Négligeant la petite variation que peut subir ρ de l'une à l'autre observation, on calculera, avec des logarithmes à quatre décimales, les longitudes héliocentriques; d'où l'on pourra déduire la date de l'opposition et la longitude du nœud ascendant.

A cet effet, désignons par P' la projection de la planète sur le plan de l'écliptique,

z la distance de la planète à ce plan, R la distance de la Terre au Soleil, Δ' la distance de la Terre au point P'; T l'angle que cette distance forme avec le rayon vecteur de la Terre prolongé, S l'angle formé par ce rayon vecteur de la Terre avec la droite qui joint le Soleil au point P'. Nous avons les relations :

$$(1) \qquad \rho \sin(T - S) = R \sin T, \qquad \Delta' \sin T = \rho \sin S, \qquad z = \Delta' \operatorname{tang} \lambda,$$

λ désigne la latitude géocentrique. Les deux premières formules peuvent être mises en Tables avec les arguments T et ρ, pour $R = 1$. On peut mettre aussi en Table le rapport des accroissements dS et dT, lorsque ρ reste fixe, ce qui facilite le calcul relatif à la seconde observation.

De la première formule, sous une ou deux hypothèses faites sur ρ, on déduit S; T est la différence entre la longitude observée et la longitude de la Terre prise dans la *Connaissance des Temps*. En ajoutant à S la longitude de la Terre, on obtient la longitude héliocentrique de la planète h. De la variation que subit S de l'une à l'autre des observations on peut déduire, à peu de chose près, la date de l'opposition, pour laquelle $S = 0$.

Les formules (1) donnent ensuite z, et la longitude du nœud ascendant s'obtient par

$$(2) \qquad z = \rho \sin(h - \Omega) \operatorname{tang} i \qquad \text{d'où} \qquad \operatorname{tang} \Omega \frac{z_1 \sin h_2 - z_2 \sin h_1}{z_1 \cos h_2 - z_2 \cos h_1}.$$

Nous obtiendrons ainsi une valeur de Ω, qui ne sera qu'approximative, parce que nous avons négligé la variation de ρ entre les deux observations; mais qui sera suffisamment exacte étant jointe à la date d'opposition pour limiter à deux ou trois, souvent une seule, le nombre des planètes qui peuvent être identiques avec l'astre observé.

C'est alors seulement qu'on fera intervenir l'inclinaison de l'orbite, au moyen de la formule

$$(3) \qquad \Delta' \operatorname{tang} \lambda = z = \rho \sin(h - \Omega) \operatorname{tang} i,$$

dans laquelle on donnera à ρ et Ω les valeurs déduites des éléments connus de la planète supposée identique, à z et h les valeurs déduites des observations par les formules (1). La valeur conclue pour i devra coïncider avec celle des éléments.

Une identification étant obtenue, il sera bon de la vérifier par comparaison des positions observées avec celles déduites de l'orbite cataloguée. Il suffira de calculer pour les dates des deux observations, les positions héliocentriques, d'où les quantités ρ, S, $\frac{d \log \rho}{dh}$. Ces quantités, jointes à l'angle T observé, devront, d'après les équations (1), satisfaire la relation

$$(4) \qquad \log \frac{\rho \sin(T - S)}{R \sin T} = 0.$$

Cela suppose cependant que les éléments donnent des positions très exactes, tandis que ces positions calculées laissent fréquemment un écart d'un grade avec la réalité. On cherchera donc quelle correction il faut faire subir à h pour satisfaire exactement

la relation (4), cela est facile, car lorsque h varie de dh, le premier membre varie de

$$\left[\frac{d \log \rho}{dh} - \frac{\pi}{200} \text{cotang}(\mathrm{T}-\mathrm{S}) \times 0{,}43429\right] dh;$$

j'exprime les angles en grades, centièmes de l'angle droit, pour faciliter les calculs numériques.

On aura ainsi l'erreur héliocentrique des positions données par les éléments; on l'appliquera à la seconde observation et la relation (4) devra encore être satisfaite.

On fera les mêmes vérifications pour les latitudes au moyen de la relation (3), dans laquelle on donnera à h sa valeur corrigée. Cette relation fournira une valeur de λ qui, comparée avec celle observée, donnera l'écart en latitude entre la planète et la ligne projection de l'orbite cataloguée; cet écart doit être petit, quelques minutes d'arc seulement, et le même pour les deux observations.

Au cas où l'on soupçonne l'identité de l'astre observé avec une planète connue, on peut, dès le début, employer pour ρ une valeur exacte et même tenir compte de la variation de cette quantité dans le calcul de la longitude du nœud ascendant.

Il est à remarquer que si l'on n'a qu'une observation et le mouvement de l'astre mesuré dans la même nuit, la méthode est applicable; il faut seulement déduire du mouvement une seconde position éloignée de 2 ou 3 jours, afin d'éviter les erreurs qui, dans un calcul logarithmique, proviennent de différences entre des nombres très peu différents. Si l'on avait une seule observation sans le mouvement on pourrait encore, au moyen des quantités h et z, déduites sous deux ou trois hypothèses faites sur ρ, arriver souvent à réussir l'identification cherchée et ensuite sa vérification.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un système différentiel formé par M. Schlesinger.* Note de M. **Jean Chazy**, transmise par M. Painlevé.

Ludwig Fuchs a étudié autrefois les équations différentielles linéaires en fonction de leur groupe. Cette étude, dans le cas de l'équation du second ordre, a conduit M. Richard Fuchs à l'équation $y'' = 6y^2 + x$ et aux autres équations différentielles du second ordre irréductibles et dont les intégrales sont uniformes ou ont leurs points critiques fixes. Par induction, on pourrait espérer obtenir dans un cas plus général de nouvelles équations différentielles dont les intégrales seraient uniformes ou auraient leurs points

critiques fixes. Je voudrais compléter les résultats démontrés à ce sujet par M. Schlesinger (¹).

M. Schlesinger considère le système différentiel linéaire

$$(1)\qquad \frac{dy_i}{dx}=\sum_{k=1}^{k=n} y_k \sum_{\nu=1}^{\nu=\sigma} \frac{A_{ik\nu}}{x-a_\nu} \qquad (i=1, 2, \ldots, n);$$

et les systèmes d'intégrales (y_{ik}) définis par les valeurs initiales (δ_{ik}) au point x_0, distinct des points $a_1, a_2, \ldots, a_\sigma$ et du point ∞. Si l'on prolonge ces intégrales le long d'un chemin qui tourne une fois autour de l'un des points singuliers, a_ν, leurs valeurs $S_{ik\nu}$ sont, d'après un théorème de Poincaré, des fonctions entières des coefficients A

$$(2)\qquad S_{ik\nu}=E_{ik\nu}(A_{111}, \ldots, A_{nn\sigma}, a_1, \ldots, a_\sigma, x_0),$$

dont les coefficients se déterminent par des quadratures successives. Ces fonctions entières se réduisent à la fonction exponentielle pour $n=1$ et sont, quel que soit n, de genre et d'ordre 1 par rapport à chacune des variables. On appelle souvent *problème de Fuchs* l'étude des fonctions implicites A (a) définies par les équations (2) où l'on considère les S comme des constantes, et *problème de Riemann* la résolution en fonction des A des équations (2) où l'on considère les S et les a comme donnés : d'où le lien des deux problèmes.

M. Schlesinger a démontré que les fonctions analytiques A (a) satisfont au système différentiel, si l'on fait varier la seule quantité $a_1=a$,

$$E(x_0)\quad \left\{ \begin{aligned} &\left(\frac{dA_{ik1}}{da}\right)=\sum_{\nu=2}^{\nu=\sigma}\frac{(A_{ik1})(A_{ik1})-(A_{ik\nu})(A_{ik1})}{a-a_\nu},\\ &\left(\frac{dA_{ik\nu}}{da}\right)=[(A_{ik1})(A_{ik\nu})-(A_{ik\nu})(A_{ik1})]\left(\frac{1}{a_\nu+a}-\frac{1}{x_0-a}\right) \qquad (\nu=2, 3, \ldots, \sigma). \end{aligned}\right.$$

Si l'on considère *a priori* le système E (x_0), on voit qu'il est régulier et se simplifie pour $x_0=\infty$. M. Schlesinger a montré que l'on peut passer aussi de l'un à l'autre des systèmes $E(x_0)$ et $E(\infty)$ par l'intégration d'un système linéaire. D'ailleurs, dans les équations (2), le passage à la limite pour $x_0=\infty$ est immédiat si toutes les quantités ΣA_{ik} sont nulles.

Les deux systèmes $E(\infty)$ *et* $E(x_0)$ *ont leurs points critiques fixes; leurs*

(¹) Voir notamment *Vorlesungen über lineare Differentialgleichungen*, Leipzig, 1908, et *Journal de Crelle*, t. 141, fasc. 2, p. 96.

intégrales n'ont pas d'autres points singuliers que des pôles en dehors des points $a = a_2 - a_\sigma$, x_0, ∞. Ce résultat peut être obtenu par une méthode fondée sur l'emploi d'équations intégrales de Fredholm, et qui est en relation étroite avec les solutions du problème de Riemann qu'ont données ([1]) M. Hilbert dans le cas de l'équation du second ordre et M. Plemelj dans le cas du système (1) : si, en effet, dans une solution du problème de Riemann, on fait varier l'une des quantités a, les fonctions $A(a)$ obtenues constituent les intégrales du système $E(x_0)$. Dans la plupart des travaux relatifs à l'équation de Fredholm et à l'équation de Volterra, on a introduit dans ces équations un paramètre en facteur de l'intégrale, et les solutions s'expriment au moyen de fonctions entières de ce paramètre. Dans les équations intégrales à considérer ici, le paramètre a figure d'une façon plus compliquée, mais analytique, et la solution s'exprime au moyen de séries uniformément convergentes de fonctions holomorphes $a \neq a_2 - a_\sigma$, x_0, ∞. Le caractère méromorphe de la solution résulte encore, comme dans le cas ordinaire, de l'expression de la limite supérieure du module d'un déterminant donné par M. Hadamard. On voit d'ailleurs, en substituant des développements polaires dans le système $E(\infty)$, *que les pôles des intégrales sont doubles.*

Indiquons quelques propriétés des systèmes $E(\infty)$ et $E(x_0)$. Le système $E(\infty)$ admet les n^2 intégrales $\Sigma A_{ik} = \text{const.}$, et les $n\sigma$ intégrales qu'on obtient en égalant à des constantes les coefficients des σ équations en S relatives dans le système (1) aux points singuliers a_ν : il est donc d'ordre $n^2\sigma - n^2 - n\sigma + 1$. Les systèmes $E(\infty)$ et $E(x_0)$ ne sont pas altérés par la transformation $\left(A_{1i}, A_{i1}, \varepsilon A_{1i}, \frac{A_{i1}}{\varepsilon}\right)$ $(i \neq 1)$, quel que soit le paramètre ε, et par les $n-1$ transformations analogues : de sorte que par exemple la détermination des intégrales particulières du système $E(\infty)$ telles que l'on ait $\Sigma A_{ik} = 0$ pour $i \neq k$ dépend de l'intégration d'un système d'ordre $n^2\sigma - n^2 - n\sigma + 1 - (n-1)$ suivie de $n-1$ quadratures. Le système $E(\infty)$ ou $E(x_0)$ admet comme dégénérescences tous les systèmes de même forme où n et σ ont des valeurs inférieures ou égales. Pour $n = 1$ ou $\sigma = 1$, les fonctions A sont des constantes; pour $\sigma = 2$, les systèmes $E(\infty)$ et $E(x_0)$ se ramènent à des équations linéaires. Pour $n = 2$ la classe des systèmes différentiels $E(\infty)$ est équivalente, dans son ensemble, à la classe des systèmes

---

([1]) Cf. Hilbert, *Gött. Nachr.*, 1905, p. 307; Plemelj, *Monatsh. für Math. u. Phys.*, 1908, p. 211.

que M. Garnier a formés directement à partir de l'équation linéaire du second ordre (¹), et dont il a montré directement que les intégrales sont algébroïdes. Pour $n \neq 2$ et $\sigma \neq 3$, les systèmes $E(\infty)$ et $E(x_0)$ admettent tous comme dégénérescence l'équation $y'' = by^2 + x$; d'autre part M. Garnier a montré que ses systèmes peuvent dégénérer en des systèmes hyperelliptiques : d'où des conséquences relatives à l'irréductibilité des systèmes $E(\infty)$ et $E(x_0)$.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur l'unicité du développement trigonométrique*. Note de M. **Ch.-J. de la Vallée Poussin**, présentée par M. Émile Picard.

Soit une série trigonométrique quelconque

$$\sum_{0}^{\infty}(\alpha_n \cos nx + \beta_n \sin nx).$$

La question de savoir si cette série est une série de Fourier a fait l'objet d'importants travaux (*Encyclop. des Sciences mathém. pures et appl.*, t. II, vol. I, fasc. 2, p. 228). La question n'a été tranchée affirmativement que pour les séries qui convergent, sauf aux points d'un ensemble réductible, et dont la somme est une fonction sommable, à oscillation bornée en chaque point, sauf encore ceux d'un ensemble réductible.

On a le théorème suivant, qui est beaucoup plus général :

Toute série trigonométrique, sans faire aucune hypothèse sur sa convergence, est une série de Fourier, pourvu que son terme général ait pour limite zéro et que ses deux limites d'indétermination (plus grande et plus petite limite de la somme de ses termes) *soient des fonctions de x finies et sommables* (on ne les suppose pas bornées).

Plus généralement, le théorème subsiste quand la somme ou les limites d'indétermination de la série sont infinies dans un ensemble E, *pourvu que l'ensemble* E *soit dénombrable, ou n'ait pas la puissance du continu, ou ne contienne pas d'ensemble parfait.*

Ce théorème se ramène au suivant, sans difficulté :

(¹) *Thèse*, Paris, 1911.

Soit F(x) *une fonction continue dans un intervalle* (a, b). *S'il existe une fonction* $f(x)$, *comprise (au sens large) entre les deux dérivées secondes généralisées (supérieure et inférieure) de* F(x) *et qui soit sommable dans cet intervalle, on aura, dans ce même intervalle* (a, b),

$$F(x) = \int_a^x dx \int_a^x f(x)\, dx + \text{fonction linéaire de } x.$$

Plus généralement, le théorème subsiste si $f(x)$ *devient infinie dans un ensemble* E *satisfaisant aux mêmes restrictions que ci-dessus, pourvu qu'il existe en chaque point des systèmes de valeurs positives et infiniment petites de h et de k rendant infiniment petite la différence*

$$\frac{F(x+h)-F(x)}{h} - \frac{F(x-k)-F(x)}{-k},$$

auquel cas nous dirons que F(x) *vérifie la condition* (K).

Pour établir ce théorème, on prouve d'abord que, si la dérivée seconde généralisée de F(x) est positive (non nulle) dans l'intervalle (a, b), tout arc de la courbe $y = F(x)$ est au-dessous de sa corde. Si, en outre, F(x) vérifie la condition (K), aucun arc ne sera au-dessus de sa corde, alors même que cette dérivée seconde deviendrait négative dans un ensemble E satisfaisant aux conditions précédentes. On a évidemment des propositions inverses en renversant les signes.

On montre ensuite, en imitant ce qui est fait dans le Tome I de mon *Cours d'Analyse* (Paris, Gauthier-Villars, 2e édition, 1909, p. 203-204), que l'on peut construire deux fonctions $\varphi_1(x)$, $\varphi_2(x)$, infiniment voisines, ayant leurs nombres dérivés du premier ordre respectivement $> f(x)$ et $< f(x)$, et telles qu'on ait

$$\varphi_1(x) > \int_a^x f(x)\, dx > \varphi_2(x).$$

Ceci fait, sur les trois courbes infiniment voisines

$$y_1 = F(x) - \int_a^x \varphi_2(x)\, dx,$$

$$y = F(x) - \int_a^x dx \int_a^x f(x)\, dx \qquad (y_1 > y > y_2),$$

$$y_2 = F(x) - \int_a^x \varphi_1(x)\, dx,$$

on considère respectivement les arcs AM_1B_1, AMB, AM_2B_2 d'abscisses extrêmes a et b et leurs cordes. Le premier arc est au-dessus du second, celui-ci au-dessus du troisième, de même pour leurs cordes. Mais y_1 ayant sa dérivée seconde généralisée supérieure positive, l'inférieure étant négative pour y_2, l'arc AM_1B_1 est en dessous de sa corde et l'arc AM_2B_2 au-dessus de la sienne; d'où il suit que l'arc intermédiaire AMB est aussi compris entre les deux cordes infiniment voisines AB_1 et AB_2 et se confond avec sa corde AB puisqu'il est invariable. Donc y est fonction linéaire de x. Le théorème est ainsi prouvé pour le premier cas et l'extension au second cas est facile d'après ce qui précède.

RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX. — *Nouveau théorème sur les effets des moments.* Note de M. **Hisely**, présentée par M. Appell.

Considérons une poutre quelconque dans le sens le plus général du mot, c'est-à-dire une poutre simple ou continue, droite ou courbe, à section constante ou variable et à appuis quelconques.

Une force verticale P, se déplaçant sur cette poutre, produira dans une section ou une région déterminée, des *effets* que nous désignerons en général par la lettre e affectée de l'indice P. Nous entendrons ici par le mot *effet*, soit un moment fléchissant, un effort longitudinal ou un effort tranchant, soit un déplacement vertical, horizontal ou une déviation angulaire, soit *n'importe quel autre effet* résultant de l'élasticité de la matière.

Si l'on désigne par x la distance variable de la force P à l'origine des abscisses, et par

$$y = F(x)$$

l'équation de la ligne d'influence de *l'effet* produit par une force unitaire, *l'effet* produit par P sera

$$e_P = P\,F(x). \qquad (1)$$

Concevons maintenant un moment M agissant sur la poutre dans le sens des aiguilles d'une montre (sens positif) et se déplaçant comme la force P. Ce moment pourra être représenté par deux forces P' et P'' égales et de signes contraires formant un couple $P'\Delta x$, savoir :

Une force P' appliquée au point d'abscisse x, dirigée de bas en haut,

Et une force P'' appliquée au point d'abscisse $x + \Delta x$, dirigée de haut en bas, la distance Δx pouvant être aussi petite qu'on voudra, pourvu que P'

augmente de manière à satisfaire toujours à la condition

$$M = P' \Delta x.$$

Les *effets* produits par ces deux forces dans la section ou la région considérée seront respectivement

$$e_{P'} = -P' F(x)$$

et

$$e_{P''} = \quad P' F(x + \Delta x).$$

En désignant par e_M *l'effet* correspondant produit par le moment M, on devra donc avoir

$$e_M = e_{P'} + e_{P''} = P'[F(x + \Delta x) - F(x)],$$

expression qui peut se mettre sous la forme

$$e_M = P' \Delta x \frac{F(x + \Delta x) - F(x)}{\Delta x}$$

ou, à la limite,

(2) $$e_M = M F'(x).$$

On voit, par suite, que les *effets* produits par un moment appliqué en un point quelconque d'une poutre sont proportionnels aux dérivées de ceux qui sont produits par une force unitaire appliquée au même point, et l'on peut énoncer dans *toute sa généralité* le théorème suivant :

Théorème. — *La ligne d'influence relative aux effets produits dans une section ou une région quelconque d'une poutre par un moment* $M = 1$ *se déplaçant sur cette poutre, représente la dérivée des effets de même nature produits par une force* $P = 1$.

Ce théorème a une très grande importance dans l'étude des systèmes hyperstatiques.

En pratique, il convient généralement de prendre comme origine des abscisses un des appuis de la travée dans laquelle se trouve appliquée la force P, celui de gauche par exemple, et il est souvent commode, surtout pour la détermination des lignes d'influence, de remplacer x par le rapport de cette variable à la portée l de la travée. En posant

$$\alpha = \frac{x}{l} \qquad \text{et} \qquad e_P = P l f(\alpha),$$

il vient

(3) $$e_M = M f'(\alpha).$$

Si le moment M était appliqué sur l'appui de gauche ou sur l'appui de droite, *l'effet* qu'il produirait dans la section ou la région considérée serait respectivement

$$M f'(0) \quad \text{ou} \quad M f'(1).$$

En exprimant au moyen de ces valeurs les conditions que doivent remplir certains *effets* au-dessus des appuis des poutres, ou entre deux appuis consécutifs, on arrive à transformer très simplement un appui libre en encastrement ou en appui flexible, ou une poutre continue libre sur ses appuis, en une poutre solidaire avec ses piliers.

Prenons comme exemple le plus simple, celui d'une poutre droite ou courbe, reposant librement à gauche sur un appui A, l'autre appui B pouvant être quelconque, et soit

$$\tau_P = P l f(\alpha)$$

la déviation angulaire de la section à l'extrémité libre A, sous l'action d'une force P placée à la distance $x = \alpha l$ de cet appui.

Un moment M appliqué en A produira, d'après ce qui précède, une déviation

$$\tau_M = M f'(0),$$

et s'il s'agit d'un moment d'encastrement M_A devant annuler la somme algébrique des déviations τ_P et τ_M, sa valeur sera

$$M_A = -P l \frac{f(\alpha)}{f'(0)}.$$

Si la déviation τ_P se rapportait à l'extrémité de droite B supposée libre, l'introduction d'un encastrement en ce point produirait un moment d'encastrement

$$M_B = -P l \frac{f(\alpha)}{f'(1)}.$$

Ces formules peuvent servir à introduire des encastrements dans un arc articulé aux naissances, et à le transformer en un arc encastré d'un côté et articulé de l'autre, ou en un arc encastré sur ses deux appuis.

Dans le cas particulier d'une poutre droite de section constante reposant librement sur ses appuis, on sait que la déviation angulaire de l'extrémité de droite B, que produit une force P placée à la distance $x = \alpha l$ de l'appui de gauche A, est

$$\tau_P = P l f(\alpha) = P l \frac{l}{6EI}(\alpha - \alpha^3).$$

L'introduction d'un encastrement au point B produirait donc en ce point

un moment d'encastrement

$$M_B = -Pl\frac{f(\alpha)}{f'(1)} = -Pl\frac{\alpha-\alpha^3}{1-3} = \frac{Pl}{2}(\alpha-\alpha^3).$$

On retrouve ainsi très simplement une expression *connue* pour la poutre encastrée d'un côté et libre sur l'autre appui.

Le nouveau théorème que nous avons formulé plus haut ne conduit pas seulement à déterminer les moments d'encastrement ou les moments qui se produisent dans les piliers solidaires avec les poutres qu'ils supportent, mais il permet encore de découvrir certaines propriétés importantes des lignes d'influence, comme on peut s'en rendre compte par l'exemple suivant:

Considérons les *points anguleux* que forment toutes les lignes d'influence des moments, au droit des sections S pour lesquelles elles ont été construites, et désignons par τ_1 et τ_2 les inclinaisons des deux tangentes en un de ces points pour $P = 1$.

Si l'on applique au droit de la section considérée S un moment $M = 1$, il se décomposera en deux moments M_1 et M_2, l'un à gauche et l'autre à droite, qui sont d'après notre théorème les dérivées des moments produits par $P = 1$, c'est-à-dire les inclinaisons τ_1 et τ_2. On devra donc aussi avoir

$$\tau_1 + \tau_2 = 1.$$

Cette propriété générale se vérifie sur toutes les lignes d'influence des moments. Ainsi, considérons par exemple la ligne d'influence des moments sur l'appui du milieu, dans une poutre continue de section constante à deux travées inégales l_1 et l_2. On sait que pour cet appui on a, à gauche,

$$\tau_1 = \frac{l_1}{l_1 + l_2}P,$$

et, à droite,

$$\tau_2 = \frac{l_2}{l_1 + l_2}P;$$

d'où, pour $P = 1$,

$$\tau_1 + \tau_2 = 1.$$

Il est à peine besoin de faire remarquer que les *effets* des moments étant proportionnels aux dérivées des *effets* des forces, la réciprocité des *effets* des moments est vraie dans tous les cas où le théorème de Maxwell, sur la réciprocité des *effets* des forces, est applicable.

On pourrait indiquer beaucoup d'autres applications, que nous nous réservons de faire connaître ultérieurement dans un travail plus étendu.

NAVIGATION. — *Sillage et succion à l'arrière des navires.* Note (¹) de M. **Poincet**, présentée par M. L.-E. Bertin.

Les expériences effectuées par le Creusot sur le contre-torpilleur *ST*, bâtiment de 470^{tx} à trois lignes d'arbres, viennent de jeter un jour nouveau sur le problème de la propulsion en général, et sur l'emploi des hélices des turbines à allure rapide en particulier.

Elles constituent un témoignage de la plus grande valeur en faveur de la méthode dite des petits modèles qui, préconisée jadis pour la première fois par le Français Reech, ancien directeur des constructions navales, et mise effectivement en pratique en Angleterre, d'abord par M. W. Froude, puis en Italie et en Allemagne, n'a été définitivement instituée en France que depuis une dizaine d'années tout au plus par la création du bassin d'essais d'Issy-les-Moulineaux.

Les expériences du *ST* ont mis nettement en évidence l'influence du sillage et de la succion sur le rendement des hélices travaillant à l'arrière d'un navire.

On sait que ces deux phénomènes constituent la différence principale qui existe entre le fonctionnement d'une hélice travaillant en eau libre, et celui de la même hélice travaillant, toutes choses égales d'ailleurs, derrière une coque.

Un certain nombre de jeux d'hélices ont été essayés sur le *ST* et deux séries d'expériences effectuées, la première avec deux hélices latérales, centrale enlevée; la seconde avec les trois hélices, deux latérales et une centrale.

Les résultats obtenus peuvent être ainsi résumés :

Cas du fonctionnement à deux hélices latérales, centrale enlevée. — 1° Les coefficients de succion et de sillage sont très faibles et leur valeur respective (3 pour 100 environ) tout à fait comparables : c'est la confirmation des résultats d'essais sur petits modèles effectués à l'étranger.

2° Les poussées, mesurées en route libre et corrigées de la succion très faible précitée, concordent remarquablement avec les résistances de remorquage déduites des essais du bassin des carènes sur le petit modèle du *ST* : l'écart ne dépasse pas 1 pour 100 pour toutes les vitesses

(¹) Présentée dans la séance du 14 octobre 1912.

comprises entre 14 nœuds et 25 nœuds, entre lesquelles les expériences ont été effectuées.

3° La formule de poussée proposée par Froude à la suite de ses expériences sur de petits modèles d'hélices est exactement vérifiée dans les limites où la cavitation ne se produit pas.

4° Les rendements d'hélices corrigés du sillage suivent, en fonction du recul, la même loi que pour les petits modèles essayés en eau libre : leurs valeurs sont toutefois très légèrement supérieures, les pertes par frottement étant proportionnellement plus élevées pour le petit modèle que pour le propulseur réel : c'est encore la confirmation de l'opinion qu'avait avancée Froude (*Institution of naval Architects*, 1908).

Il convient, bien entendu, pour calculer le rendement réel de l'hélice, de déduire, de la puissance effective sur l'arbre au moteur, la puissance absorbée par les paliers et la ligne d'arbres intermédiaires.

Les rendements observés varient entre 0,65 et 0,70 pour des hélices tournant à 650 tours.

Ces, résultats ont une portée pratique de la plus grande importance : ils permettent, en effet, de résoudre à peu près complètement le problème, si complexe, de la propulsion, pour le cas des bâtiments à deux hélices par la méthode de Froude.

En effet, le sillage pour une coque déterminée, ainsi que le coefficient de succion, peuvent être calculés *a priori*, étant donnée leur valeur faible, par l'une des formules empiriques déduites des essais de petit modèle, sans que l'erreur sur la valeur exacte de ces coefficients ait une répercussion sensible sur les résultats définitifs.

La formule suivante :

$$t = w = 0,5 \times \frac{P}{Llp} - 0,19,$$

où t et w représentent les coefficients de succion et de sillage dont les valeurs sont sensiblement les mêmes;

P, le déplacement du navire;
L, sa longueur;
l, sa largeur;
p, sa profondeur de carène,

donne des résultats très largement suffisants.

Connaissant par ailleurs les résistances de remorquage du petit modèle en fonction des vitesses, la formule de poussée de Froude donne pour une

hélice déterminée le nombre de tours et de recul; les Tables donnent le rendement.

En faisant le calcul pour différentes hélices, il est possible d'arriver à la détermination des éléments du propulseur optimum.

Cas du fonctionnement à trois hélices de caractéristiques différentes (les deux latérales étant identiques). — Il ne paraît pas avoir été fait jusqu'ici d'expériences ni en France ni à l'étranger sur ce cas, tout au moins en ce qui concerne la succion et le sillage.

Les conclusions qui se dégagent de la deuxième série d'expériences du *ST* sont donc à ce point de vue complètement nouvelles.

1° Pour une vitesse déterminée il existe un rapport optimum $\lambda_0 = \frac{n}{N}$ entre l'allure de la centrale et celle des latérales, pour lequel le rendement propulsif de l'ensemble est maximum pour un jeu d'hélices déterminé : ce rapport est légèrement supérieur au rapport inverse des pas et paraît diminuer quand la vitesse augmente.

2° Les coefficients de succion et de sillage dépendent de ce rapport : quand il s'écarte de sa valeur optimum, ces deux coefficients varient en *sens inverse*, la succion augmentant, le sillage diminuant, alors que dans tous les autres cas, au contraire, ces deux coefficients varient parallèlement.

3° La valeur du sillage des latérales reste néanmoins faible (5 pour 100 au maximum).

4° La valeur du sillage de la centrale est beaucoup plus élevé (10 à 15 pour 100 environ), ce qui est encore plus conforme aux expériences du petit modèle sur des navires à hélice centrale *unique*.

5° Le rendement apparent de la centrale, grâce à la valeur élevée du sillage, a pu atteindre 80 pour 100 et même 90 pour 100 au cours des expériences.

6° Ces rendements apparents de la centrale, corrigés du sillage, donnent encore des chiffres (75 pour 100 environ) bien supérieurs au rendement de la même hélice travaillant en eau libre; il faut en conclure que le sillage a dans ce cas, sur le rendement, une influence beaucoup plus considérable : cela n'est d'ailleurs pas étonnant si l'on songe à la complexité des phénomènes hydrodynamiques dont l'arrière du navire est le siège.

Quoi qu'il en soit, on peut en définitive conclure des expériences du *ST* :

1° La justification des essais de petit modèle et la possibilité de résoudre

complètement le problème de la propulsion pour le cas des bâtiments à deux hélices latérales ;

2° Le rendement des hélices de turbines correctement établi et dans les limites où la cavitation n'intervient pas, peut atteindre 70 pour 100 ;

3° Il paraît nécessaire de compléter les expériences de petit modèle sur le cas de la marche à plus de deux hélices afin d'élucider les questions de succion et surtout de sillage qui ont une répercussion considérable sur le rendement propulsif.

AVIATION. — *Au sujet de l'emploi, dans la construction de l'aéroplane, des empennages porteurs.* Note (¹) de M. **Duchêne**, présentée par M. L. Lecornu.

L'empennage de la plupart des aéroplanes actuels contribue à leur sustentation ; c'est, en d'autres termes, un *empennage porteur*.

Le ∨ longitudinal de l'aéroplane, c'est-à-dire l'angle que font entre eux la voilure et l'empennage, présente donc nécessairement, dans ce cas, une valeur inférieure à celle qu'offre l'incidence de régime de la voilure et cela d'autant plus que l'empennage porte davantage.

Or la valeur de ce ∨ longitudinal constitue, on le sait, et les considérations théoriques comme les relevés expérimentaux le montrent, un élément d'importance primordiale en matière de stabilité.

L'emploi d'un empennage porteur impose donc une limite supérieure à la valeur du ∨ longitudinal et, par suite, à la stabilité propre, dans ce sens, de l'aéroplane, limite d'autant plus réduite que l'incidence de régime de la voilure est plus faible.

C'est ainsi que les appareils à grande surface de voilure, qui naviguent nécessairement sous de petites incidences, ne peuvent présenter, si leur empennage est porteur, qu'un ∨ longitudinal bien réduit.

L'incidence des empennages étant, d'ailleurs, généralement réglable, il ne semble pas sans intérêt de signaler que ses moindres variations sont de nature à influer sur la valeur du ∨ longitudinal et, par suite, sur le degré de stabilité propre de l'appareil.

Il en est de même de la manœuvre « à descendre » de l'équilibreur qui, en définitive, équivaut à une diminution du ∨ longitudinal de l'aéroplane.

Si ce ∨ est réduit, c'est-à-dire si la stabilité propre de l'appareil est

(¹) Présentée dans la séance du 19 août 1912.

précaire, il ne paraît pas impossible qu'une semblable cause puisse changer en instabilité réelle cette faible stabilité et peut-être faut-il chercher là la raison initiale du phénomène, assez mal expliqué, semble-t-il, au point de vue mécanique, que les aviateurs définissent en disant que l'aéroplane « s'engage ».

Les considérations qui viennent d'être expliquées conduiraient, si elles étaient reconnues exactes, à adopter des dispositions de construction telles que l'empennage fût aussi peu porteur que possible (1), neutre s'il se pouvait ou, mieux encore, *négatif*, c'est-à-dire attaqué, en vol de régime, par-dessus.

Peut-être, d'ailleurs, de telles dispositions s'imposeront-elles par la force des choses si, dans l'avenir, les incidences normales de vol deviennent plus faibles qu'elles ne le sont aujourd'hui.

Lorsque l'empennage est attaqué par-dessus, en effet, la valeur du $\vee$ longitudinal, garantie de stabilité, ne reconnaît plus de limite supérieure immédiate et peut rester aussi grande qu'il est nécessaire, même si l'incidence de régime de la voilure présente une valeur très réduite.

Sans faire intervenir la considération théorique du $\vee$ longitudinal de l'aéroplane, on peut concevoir, par une comparaison des plus simples, que les empennages négatifs semblent supérieurs aux empennages porteurs en ce qui concerne la stabilité propre de cet appareil.

La nécessité d'équilibrer la force sustentatrice d'un empennage porteur conduit obligatoirement, en effet, à faire agir celle de la voilure en avant du centre de gravité de l'aéroplane.

Or il paraît évident que toute voilure agissant en avant de ce point le fait de façon contraire à la stabilité de l'appareil, puisque son action est très exactement comparable à celle d'une girouette qui serait placée à l'envers.

Et ce n'est que parce que l'empennage se trouve, lui, situé à grande distance en arrière du centre de gravité, que la puissante girouette, disposée dans le bon sens, qu'il constitue, peut triompher de l'influence déséquilibrante d'une voilure avancée.

Au contraire, si voilure et empennage sont placés tous deux en arrière du centre de gravité de l'aéroplane, ce qui est le cas lorsque l'empennage est normalement attaqué par-dessus, leurs actions s'ajoutent, au

(1) Dans le cas où les nécessités de la construction contraignent à maintenir l'usage d'un empennage porteur, il y a intérêt, semble-t-il, à chercher la sustentation nécessaire plutôt dans le développement de la surface dudit empennage que dans l'augmentation de son incidence, laquelle augmentation n'est obtenue qu'au prix d'une égale diminution du $\vee$ longitudinal de l'aéroplane.

lieu de se contrarier, pour assurer la stabilité longitudinale de l'appareil.

L'influence déséquilibrante des voilures avancées est, d'ordinaire, aggravée du fait qu'on n'emploie guère, dans la construction des aéroplanes, que des surfaces concaves, généralement considérées comme instables par elles-mêmes.

L'usage des voilures planes, considérées comme stables, l'atténuerait dans une certaine mesure, mais sans, toutefois, l'éteindre pour peu que l'avancement de ces voilures présentât quelque importance.

Il paraît d'ailleurs erroné d'attacher à telle ou telle forme de voilure des propriétés de stabilité ou d'instabilité intrinsèque, ces propriétés restant indissolublement liées à la position de la ligne autour de laquelle les voilures peuvent tourner, position qui dépend de celle du centre de gravité de l'aéroplane dont elles font partie.

Telle voilure plane, réputée stable, se comportera avec instabilité si elle est suffisamment avancée par rapport au centre de gravité; telle voilure concave, réputée instable, se comportera avec stabilité si elle se trouve placée assez loin en arrière de ce point.

C'est, du reste, à cette dernière propriété, semble-t-il, que les aéroplanes du type « canard » doivent de pouvoir tenir l'air. Leur long bec, en effet, constitue vraisemblablement un élément d'instabilité au point de vue de l'équilibre longitudinal comme au point de vue de l'équilibre de route, et, de même que, dans ce dernier sens, ladite instabilité doit être vaincue par l'indispensable adjonction d'une importante quille arrière, c'est grâce à ce que la voilure principale de l'aéroplane, placée dans une position très reculée, exerce, en raison de sa grande surface et bien qu'elle soit concave, une puissante influence stabilisatrice, que l'appareil peut conserver son équilibre longitudinal.

Toutes les considérations qui précèdent visent la stabilité de l'aéroplane en air calme. Nous avons signalé, dans une Communication antérieure (séance du 15 mai 1911), qu'à notre avis les empennages négatifs présentaient également un avantage sur les empennages porteurs au point de vue de la tenue de l'aéroplane en air agité, toute voilure avancée, mauvaise girouette, se braquant sous l'effet d'un coup de vent debout alors que toute voilure reculée, bonne girouette, s'efface.

En résumé, l'emploi des empennages porteurs semble de nature à diminuer, peut-être jusqu'à un point dangereux, la stabilité longitudinale de l'aéroplane en air calme, celui des empennages négatifs de nature à l'accroître.

Ceux-ci paraissent être, également, d'un usage avantageux en air agité.

AVIATION. — *Sur une formule de vitesse applicable aux aéroplanes.* Note (¹) de M. **Alphonse Berget**, présentée par M. L. Lecornu.

Dans une Note présentée à l'Académie au mois de janvier 1909, j'ai donné une formule, basée uniquement sur l'expérience et qui relie entre elles la maîtresse section d'un dirigeable, la puissance de son moteur et la vitesse qu'il réalise.

Je me suis demandé s'il ne serait pas possible de trouver une pareille formule pour les aéroplanes, tels qu'ils sont actuellement construits. La formule indiquée dans la présente Note me paraît répondre à la question.

Désignons par V la vitesse de l'aéroplane *en myriamètres à l'heure;* par F la puissance du moteur évaluée en chevaux-vapeur; par S la surface portante des ailes, évaluée en mètres carrés, et par A un *coefficient* numérique; on a la relation empirique simple

$$V = A\sqrt[3]{\frac{F}{S}}. \qquad (1)$$

Le coefficient A, quel que soit le type d'aéroplane pris parmi ceux qui existent actuellement, *est toujours pratiquement compris entre* 7 *et* 8; sa valeur fournit une appréciation du *coefficient d'utilisation* de l'appareil.

Pour établir cette formule, j'ai utilisé les documents que j'ai pu réunir sur les appareils existants. Voici le Tableau où sont reproduites les données relatives aux avions considérés et les valeurs correspondantes du coefficient.

Avions. m = monoplan, b = biplan.	Surface portante (en m²).	Puissance du moteur (en HP).	Vitesse en myriamètres à l'heure.	Coefficient A.
Astra (*b.*)	48	70	9,0	7,80
Aviatic (*m.*)	30	100	11,5	7,70
Blériot (*m.*)	15	50	10,5	7,10
Caudron (*b.*)	20	25	8,0	7,35
Clément-Bayard (*b.*)	28	50	9,0	7,37
Goupy (*b.*)	27	50	9,5	7,72
Morane (*m.*)	14	50	11,5	7,55
Rep (*m.*)	24	60	10,5	7,72
Sommer (*m.*)	16	50	10,0	6,86
Tellier (*m.*)	28	50	9,0	7,40
Zodiac (*b.*)	32	50	9,5	8,10

On voit que le coefficient A est, *en pratique*, toujours compris entre 7

(¹) Présentée dans la séance du 14 octobre 1912.

et 8 ; quand il tombe au-dessous de 7 ou arrive au-dessus de 8, l'écart est, en tous cas, très faible.

J'ai recherché s'il y avait lieu de faire intervenir dans le calcul les surfaces d'empennage : j'ai refait le Tableau précédent en ajoutant aux valeurs numériques des surfaces portantes celles des empennages fixes : les coefficients ont tous été augmentés, mais l'ordre de classement des avions est resté le même. Il semble donc qu'il suffise de faire intervenir, dans le calcul du coefficient, la seule étendue des surfaces portantes.

La formule (1) est *empirique :* elle est donc indépendante de toute théorie et de toute hypothèse ; de la sorte, le coefficient A comprend tous les facteurs dont il n'est pas possible de calculer rigoureusement l'action : résistance à la marche du fuselage et des haubans, rendement de l'hélice, influence de la forme des ailes, etc.

Le coefficient d'utilisation est d'autant meilleur que sa valeur est plus voisine de 8. Cela ne veut pas dire, pourtant, qu'un avion ayant un coefficient égal à 7 soit un *mauvais avion :* cela peut signifier simplement que dans sa construction, on n'a pas cherché avant tout la vitesse et que la solidité de l'appareil a comporté, peut-être, quelques sacrifices au point de vue de sa rapidité.

Cette formule étant empirique n'est applicable que dans les limites entre lesquelles ont été faites les expériences qui ont servi à l'établir. Elle n'est donc applicable qu'à des aéroplanes des types usuels actuellement en service, et pour des vitesses comprises entre 80^{km} et 130^{km} à l'heure. Mais, *dans ces limites*, elle permet de calculer d'avance la puissance minima nécessaire à la propulsion d'un avion, en prenant *a priori* pour celui-ci la valeur 7 du coefficient A, la moins favorable. Une fois l'avion construit, les essais de vitesses feront connaître la valeur réelle du coefficient A et montreront la *qualité* de l'engin, suivant qu'il se classe près de 8 ou près de 7.

Enfin, remarquons que la valeur F de la puissance nécessaire est proportionnelle à V^3, c'est-à-dire au cube de la vitesse. On voit donc combien celle-ci *coûte cher*. En revanche, F est inversement proportionnelle à A^3, c'est-à-dire au cube du coefficient. Pour une même vitesse, il y a donc un intérêt considérable à améliorer celui-ci par un accroissement de rendement de l'hélice et par une diminution de la résistance à la marche. La formule (1) pourra donc servir, au cours d'études sur le perfectionnement d'aéroplanes de même type, à donner à chacun d'eux une *cote de mérite* lors de ses essais ; elle pourra, par suite, faciliter les études pratiques des constructeurs, en raison surtout de sa simplicité.

OPTIQUE. — *Les franges des lames cristallines holoèdres à faces parallèles.* Note de M. C. RAVEAU.

Franges d'une source ponctuelle. — Nous considérerons les franges à l'infini comme faisant partie du système de franges non localisées auquel donne lieu une source lumineuse ponctuelle (¹).

A partir d'un point quelconque la différence de marche reste constante, au second ordre près, le long de la perpendiculaire menée en ce point au plan des deux rayons interférents. Dans le plan de ces deux rayons, la même constance se maintient sur une droite qui coïncide approximativement avec la bissectrice de leur angle aigu (Macé de Lépinay et Fabry). On connaît donc le plan tangent à une surface d'égal retard; à la limite, lorsque les deux rayons interférents sont parallèles, ce plan devient, en toute rigueur, celui par rapport auquel les rayons sont symétriques.

Si l'on traite les franges à l'infini comme l'intersection d'un cône avec la surface focale d'un objectif, la relation entre une génératrice de ce cône et le plan tangent correspondant est la même qu'entre la direction du couple de rayons et le plan asymptote dont nous venons de parler.

Source étendue. — Les franges d'une source étendue sont localisées à l'infini, où se rencontrent les deux rayons qui proviennent du dédoublement d'un rayon unique (²); l'étendue de la source utile n'est limitée que par les aberrations de l'objectif.

Dans le cas particulier où la source est elle-même à l'infini, la localisation est évidente.

Singularités isolées. — Une première classe de singularités se présente lorsque deux rayons interférents sont confondus (²). Le point d'intersection de ce rayon double émergent avec un écran quelconque est le centre des franges dont la forme, si l'on ne tient compte que des termes du second degré, est celle d'ellipses ou d'hyperboles, dont les axes varient comme les diamètres des anneaux de Newton. Des franges hyperboliques de cette

(¹) Nous supposons que le passage à travers l'analyseur ne sépare pas les rayons qui convergeraient en son absence.

(²) Voir *Société française de Physique*, 1191, p. 40* et DRUDE-BOLL, *Précis d'Optique*, t. I, p. 213.

espèce s'observent au voisinage de la normale à une lame parallèle à l'un des plans de symétrie.

Ces singularités ne se présentent que si les deux rayons interférents sont confondus avant l'entrée dans le cristal et *à l'intérieur du cristal.*

Nous connaissons exactement la forme des franges qu'on observerait dans un plan parallèle à la lame dont la distance à la source ponctuelle serait égale à l'épaisseur de la lame; ces franges seraient, en toute rigueur, les sections de la *surface de Bertin* par des plans parallèles à la lame. Les singularités qui nous occupent persistant tout le long du rayon double émergent, la surface de Bertin nous fait connaître exactement la direction, à l'intérieur du cristal, des rayons doubles d'où procèdent les rayons singuliers émergents. C'est celle des rayons qui vont du centre de la surface aux points de contact des plans tangents parallèles à la lame.

La surface (des biaxes) se divise en cinq régions : trois à franges hyperboliques et deux à franges elliptiques. Les limites de la région centrale, qui fait partie du premier groupe, passent par les points d'inflexion que présentent les sections de la surface par deux des plans de symétrie. Les autres lignes de séparation sont des hyperboles, dont nous allons parler.

Franges singulières. — *La surface de Bertin relative aux biaxes admet deux plans tangents singuliers qui la touchent suivant des hyperboles.* Pour une lame parallèle au plan des axes, il existe donc, outre une singularité isolée, un cône de directions singulières. A l'intérieur du cristal, si l'on introduit les deux valeurs ρ_1, ρ_2 du rayon vecteur de la surface des ondes suivant ces directions ([1]), l'équation du cône singulier s'écrit

$$\rho_1 \rho_2 = b^2.$$

Le cône singulier qui détermine la forme des franges à l'infini est aussi du second degré. Sir George Airy ([2]) a donné, en 1830, l'équation des projections, sur le plan de la lame, de la trace des cônes isochromatiques sur une sphère concentrique. Cette équation peut s'écrire

$$\left(abc\,\frac{\Delta}{e}\right)^2 = (a^2 - b^2)(b^2 - c^2) + \left[b^2\sqrt{1 - a^2\zeta^2 - c^2\xi^2} - ac\sqrt{1 - b^2\xi^2 - b^2\zeta^2}\right]^2.$$

En égalant à o la quantité entre crochets on obtient l'équation d'une hyperbole, le long de laquelle la différence de marche passe par un mini-

([1]) Je dois cette intéressante remarque à M. A. Thybaut.

([2]) Voir Mascart, *Optique*, t. II, p. 108, 142, 147.

mum. Cette courbe passe par les points d'intersection du cercle et de l'ellipse suivant lesquels le plan de la lame coupe la surface des indices, points qui représentent les axes optiques. Sa partie utile maxima est limitée, au voisinage de ces points, par les tangentes communes aux deux courbes. Les sommets sont en général dans l'angle aigu des axes. L'angle φ que fait avec la normale à la lame, à l'intérieur du cristal, la direction du sommet, est donné en première approximation par l'équation

$$\tan^2\varphi = \frac{2n_m - n_p - n_g}{n_m - n_p} \qquad \text{ou} \qquad \tan^2\varphi = \frac{n_p + n_g - 2n_m}{n_g - n_m},$$

suivant le signe du cristal. Pour le gypse, où φ est voisin de 56° en lumière jaune, j'ai observé les franges à l'aide d'un dispositif habilement réalisé par M. Jobin.

Deux lames carrées de 1^{mm} d'épaisseur et de 5^{mm} de côté sont collées entre deux pièces de flint taillées en biseau, qui les maintiennent inclinées à 45° sur l'axe du microscope polarisant. Dans l'une de ces lames la bissectrice obtuse est dans le plan de la normale et de l'axe du microscope, plan qui contient un axe de symétrie des franges.

On distingue, sur un des bords du champ, la frange la plus rapprochée de la normale à la lame. Affectant d'abord la forme d'une hyperbole au voisinage d'un de ses sommets, elle présente deux points d'inflexion. Les franges suivantes, au nombre d'une vingtaine, ont une forme analogue qui se rapproche peu à peu d'une ligne droite. Leur distance diminue progressivement.

La seconde lame est orientée à 90° de la première. La partie centrale du champ, entre nicols croisés, est occupée par un couple de franges noires, que sépare une bande *grise;* c'est le centre de cette bande qui correspond au minimum de différence de marche et, sur les deux franges noires, le retard a la même valeur; *il n'y a pas entre elles de ligne le long de laquelle la différence de marche soit un multiple exact de* $\frac{\lambda}{2}$.

Plus loin de la normale on distingue cinq ou six franges qui se resserrent progressivement et présentent, comme les deux précédentes, une courbure notable. De l'autre côté de la frange singulière, on distingue une seule frange, indiquant que la différence de marche varie lentement avec l'incidence entre le maximum du centre et le minimum de la frange singulière.

Le déplacement des franges de Fizeau et Foucault qui accompagne la rotation, autour de divers axes, d'une lame parallèle aux axes optiques, s'effectue aussi conformément aux prévisions de la théorie.

Si $b^2 - ac$ ou, approximativement, $2n_m - n_g - n_p$ diffère peu de 0, c'est-à-dire si l'angle des axes est voisin de 90°, les franges au voisinage de la

normale deviennent extrêmement larges. C'est ce que j'ai observé sur le sulfate double de nickel et d'ammonium.

Forme générale des franges. — D'un même côté du centre un plan parallèle à un plan donné peut toucher la surface de Bertin en trois points au maximum, en dehors de la frange singulière; il y a alors deux centres de franges hyperboliques. Deux des points de contact peuvent se confondre en donnant lieu à des franges rectilignes très larges, puis disparaître; dans ces deux cas il y toujours des franges hyperboliques.

A l'infini la forme générale des franges s'obtient avec une approximation suffisante en calculant la réfraction comme si l'indice du cristal avait une valeur moyenne constante. L'erreur commise est de l'ordre du carré de l'angle que forment, dans le cristal, les rayons qui sont parallèles à l'émergence.

Anneaux au voisinage des axes. — J'ai donné (¹), en fonction de la surface des indices, la loi générale de la forme de ces anneaux. Une transformation par polaires réciproques conduit à cette nouvelle expression : *Les anneaux*, observés normalement à l'axe optique extérieur, *ont même forme que la section droite du cylindre singulier* qui procède, par l'intermédiaire de la réfraction conique intérieure, d'un rayon unique parallèle à l'axe optique; mais *ils sont orientés à* 90° de cette section.

La même loi se déduit immédiatement de la répartition des rayons issus d'un point autour du cylindre singulier (²). Il n'y plus de rayons confondus et c'est pourquoi les diamètres varient comme les nombres entiers successifs.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur des phénomènes de pseudo-résonance électrique.* Note de M. **Georges Claude**, transmise par M. d'Arsonval.

Au cours de mes recherches sur les tubes luminescents au néon, j'ai observé un phénomène qui paraît susceptible de se reproduire dans différentes circonstances, et que, par suite, je crois utile de signaler.

(¹) *Bulletin de la Société française de Minéralogie*, janvier 1911 et *Société de Physique*, 1911, p. 63. Les singularités étudiées dans les paragraphes précédents correspondent au cas où la lame est normale à la droite qui joint les points de contact de la surface des indices avec deux plans parallèles.

(²) Voir *Société française de Physique*, 1901, p. 226 et *Journal de Physique*, 1902, p. 387.

Pour des raisons sur lesquelles je n'insisterai pas ici, j'ai été amené à étudier l'emploi de condensateurs montés en série avec les tubes au néon. A ce propos, j'ai placé sur une différence de potentiel alternative de 4000 volts (50 périodes : s) un circuit constitué par le montage *en série* d'un condensateur de 0,67 microfarad, d'un ampèremètre thermique de 2 ampères et d'un nombre variable de tubes à néon de $7^{m}, 50$ de long et 4^{cm} de diamètre. Or j'ai eu la surprise de constater que, contrairement à toutes les prévisions, l'intensité allait en *croissant* avec le nombre des tubes montés en série dans le circuit. Partie de 0,7 ampère avec le condensateur seul, l'intensité passe de 0,88 avec un seul tube, 1,10 avec deux, 1,22 avec trois et atteint 1,26 ampère pour quatre tubes en série! Un cinquième tube, cependant, dont l'insertion rend d'ailleurs l'allumage très difficile, a provoqué une légère diminution de l'intensité, qui paraît ainsi présenter un maximum pour quatre tubes.

A première vue, les tubes se comporteraient donc comme une self-induction croissante avec leur nombre, neutralisant progressivement la capacité du condensateur et amenant finalement le circuit vers les conditions de sa résonance, atteinte avec quatre tubes. Et cette opinion paraît appuyée par un autre fait coutumier de la résonance, par l'augmentation de la différence de potentiel aux bornes du condensateur *au delà* de la différence de potentiel d'alimentation. Alors, en effet, que celle-ci, mesurée à l'électromètre de Thomson, ne dépasse pas 4200 volts, la différence de potentiel aux bornes du condensateur passe à 4800 volts quand les quatre tubes sont en service.

Mais on ne conçoit pas comment ces tubes rectilignes pourraient agir à un pareil degré comme des résistances inductives, et d'autres faits encore militent contre cette interprétation. En réalité, la self-induction est à peu près étrangère au phénomène, et celui-ci n'est qu'une modalité d'un autre que j'étudiais dans une Note présentée par M. Potier le 22 janvier 1894 : si l'on place sur une différence de potentiel un peu élevée, 3000 volts par exemple, un circuit constitué par un interrupteur simple, une série de 6 lampes à incandescence et un condensateur d'une capacité telle que les filaments des lampes soient fort peu poussés, si l'on vient alors à ouvrir l'interrupteur assez peu pour qu'une étincelle puisse subsister entre ses mâchoires, l'intensité du courant qui traverse le circuit augmente, et augmente d'autant plus qu'on allonge davantage l'étincelle. Dans les conditions signalées dans ma Note, l'effet obtenu était si intense que les lampes à incandescence finissaient par sauter.

Ici, on ne peut évidemment attribuer à l'arc minuscule formé à l'interrupteur une self-induction capable de tels effets, et l'interprétation est la suivante. Quand l'interrupteur est fermé, l'intensité dans le circuit est régie par les formules classiques et a une telle valeur que les lampes sont peu poussées. Mais quand l'interrupteur est ouvert et qu'une étincelle s'intercale dans le circuit, le courant ne passe plus depuis le début de chaque

période, mais seulement à partir du moment où la différence de potentiel appliquée entre les mâchoires de l'interrupteur atteint la valeur qui correspond à la distance explosive entre ces mâchoires. Le condensateur prend alors brusquement la partie de sa charge qui correspond au potentiel atteint, et il est aisé de voir que $\sqrt{(I^2)_{moy.}}$, c'est-à-dire l'intensité efficace, est beaucoup plus grande que dans le cas précédent, d'autant plus grande que l'étincelle est plus longue. Quant à l'augmentation de $\sqrt{(e^2)_{moy.}}$ aux bornes du condensateur au delà de la force électromotrice efficace du courant d'alimentation, c'est un effet peu important devant l'autre, et dû sans doute à des oscillations électriques, mais qui complète l'analogie du phénomène avec une vraie résonance. C'est pourquoi je propose d'appliquer aux phénomènes de cet ordre le nom de phénomènes de *pseudo-résonance*, en faisant remarquer au surplus qu'ils doivent se présenter très souvent en pratique. Je citerai, par exemple, le cas de la télégraphie sans fil, où des arcs éclatent dans des circuits comportant de la capacité, celui des réseaux à courants alternatifs, spécialement ceux à câbles souterrains, lors des courts circuits qui en troublent si souvent l'exploitation, etc.

En particulier, le phénomène signalé plus haut n'est qu'une modalité de ces phénomènes de pseudo-résonance. Comme l'arc, en effet, la décharge dans les tubes ne s'amorce que quand la différence de potentiel appliquée aux électrodes atteint la valeur qui correspond à la distance explosive, valeur d'autant plus élevée que le nombre des tubes en série est plus grand, de sorte qu'ici encore, et pour les mêmes raisons, le courant efficace doit augmenter avec le nombre des tubes.

Pourtant, j'ai fait remarquer que cet effet est limité à 4 tubes, et ceci encore est naturel, car, chaque fois qu'on ajoute un tube, on retranche environ 300 volts, représentant la chute aux électrodes, de la différence de potentiel qui peut apparaître au condensateur; on tend ainsi à diminuer la charge du condensateur à chaque alternance, et cet effet peut arriver à contre-balancer l'autre, d'où un maximum de courant pour un certain nombre de tubes, qui complète l'analogie avec une vraie résonance.

Une autre particularité curieuse du phénomène doit être signalée. Si l'on photomètre l'un des tubes en essai pendant qu'on augmente le nombre des tubes, on constate que, bien que le courant augmente énormément, l'intensité lumineuse du tube *diminue légèrement*, alors que l'éclat d'une lampe à incandescence, placée dans le circuit, augmente énormément. Cela indique que l'intensité lumineuse du tube *ne dépend pas* de l'intensité *efficace*, comme il arrive pour la lampe à incandescence, mais de

l'intensité *moyenne*, qui, elle, diminue légèrement à mesure que le nombre des tubes augmente, puisqu'elle a pour valeur le quotient de la charge du condensateur à chaque alternance, par la demi-période. La notion de courant efficace n'est donc d'aucune valeur dans le fonctionnement des tubes luminescents, et cette observation donne sa vraie signification au facteur de puissance observé dans le fonctionnement de ces tubes. On sait en effet que Wedding a signalé, pour les tubes Moore, un facteur de puissance voisin de 0,8 et que j'ai retrouvé pour mes tubes des chiffres analogues [1], c'est-à-dire que, pour tous ces tubes, le produit $E_{eff.} I_{eff.}$ surpasse de 20 pour 100 l'indication du wattmètre. L'examen des courbes oscillographiques avait montré à Wedding que ce facteur de puissance ne pouvait avoir la signification d'un $\cos\varphi$ et qu'il se rapportait sans doute à la forme du courant. La réalité est révélée par ce qui précède : c'est que ce qui entraîne la consommation d'énergie d'un tube luminescent, ce n'est pas $I_{eff.}$, mais $I_{moy.}$, toujours plus petit. Une interprétation analogue est sans doute partiellement valable pour le facteur de puissance des arcs à courants alternatifs, et l'on pourrait peut-être conclure de ces observations et d'autres analogues que la notion d'intensité efficace joue quelquefois, en électricité, un rôle exagéré.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur l'étirage des métaux*. Note [2] de M. **Hanriot**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Nous avons vu précédemment que la dureté des métaux déterminée par l'épreuve à la bille ne nous renseigne qu'imparfaitement sur leur état physique, puisque celui-ci se trouve modifié du fait même de la pression exercée par la bille. Je me suis demandé si les épreuves de traction des métaux nous fourniraient des constantes ayant une valeur supérieure.

J'ai fait rabotter un lingot de métal dans lequel j'ai découpé un certain nombre de lames; elles ont été recuites avec soin, puis laminées à des épaisseurs différentes; elles représentaient donc un même métal avec des écrouissages variables.

Dans chacune de ces lames, on a façonné à la lime un certain nombre d'éprouvettes de même section ($10^{mm^2},2$); on en a mesuré la dureté, puis on les a soumises à la traction.

Voici les résultats pour l'argent pur :

---

[1] *Comptes rendus*, 12 décembre 1910.

[2] Présentée dans la séance du 4 novembre 1912.

	Dureté initiale.	Charges de rupture par millimètre carré.	Allongement pour 100.	Dureté après étirage.	Augmentation de dureté.
1..........	25	8,5	18,8	40	15
2..........	28	8,8	19,9	36	8
3..........	29	9,5	18,3	39	10
4..........	38	10,5	18,3	38	1
5..........	51	15	3,1	49	— 2
6..........	65	22	2	62	— 3
7..........	68	30	1,2	57	— 11

Une fois les barres rompues, on les polit s'il est nécessaire, et l'on mesure à nouveau leur dureté. Les variations de celle-ci représentent l'écrouissage dû à l'étirage.

Ce Tableau est fort instructif; il nous montre que des métaux faiblement écrouis, pour lesquels la dureté révèle cependant des différences notables, ont cependant sensiblement la même charge de rupture et le même allongement. Au contraire, ceux-ci varient brusquement à partir d'un certain écrouissage.

Un autre fait mérite de frapper notre attention : les lames à fort écrouissage restent polies après étirage; au contraire, les lames peu écrouies sont gauffrées; dans l'exemple que nous avons relaté plus haut, c'est à la quatrième lame que se produit ce changement. Enfin, ce Tableau nous montre que l'étirage écrouit le métal d'autant plus fortement qu'il est plus près du recuit complet; mais à partir d'un certain écrouissage (n° 4 dans l'expérience précédente), l'étirage n'augmente plus la dureté, il la diminue; il adoucit le métal fortement écroui; il produit une sorte de recuit.

Le laiton, l'aluminium m'ont fourni dans les mêmes conditions des résultats analogues.

Laiton.

	Duretés.	Charges de rupture.	Allongement.	Duretés après étirage.	Augmentation de dureté.
1..........	38	23,5	190	101	63
2..........	58	28,3	153	104	46
3..........	64	25	101	98	34
4..........	81	28,1	35	98	17
5..........	98	33,4	25	98	0
6..........	136	49	10	111	—25

Aluminium.

1..........	17	55,2	96,6	26	9
2..........	22	55,8	93,3	27	5
3	23	59,9	31,6	25	2
4..........	25	76,5	25	26	— 1
5..........	30	107	20	29	+ 1
6..........	33	100	16	28	— 5
7..........	35	155	16	31	— 4

Il semble donc que la traction soit susceptible de déterminer dans le métal un certain degré d'écrouissage, qui tend à se substituer à celui qui existait auparavant, l'augmentant s'il était inférieur, le diminuant s'il était supérieur. Dès lors, il n'est pas étonnant que les métaux faiblement écrouis donnent tous la même charge de rupture et le même allongement qui correspondent au degré d'écrouissage que leur communique la traction. On voit aussi que, pas plus que la dureté, l'étude de la charge de rupture ou de l'allongement ne peut nous fournir de résultat absolu sur l'état physique du métal considéré, puisque le premier effet de la traction est de modifier l'état d'écrouissage du métal.

Il restait à se demander si l'écrouissage à la traction se produit dès que le métal est soumis à un effort, ou seulement lorsque commence la déformation permanente.

J'ai alors recuit une barre de bronze d'aluminium (à 9 pour 100), mesuré sa dureté et j'y ai tracé deux transversales servant de repères, puis je l'ai tirée à charges croissantes en mesurant chaque fois son allongement et sa dureté.

	Pression par millimètre carré.	Allongement pour 100.	Duretés.
1...........	0	0	60,5
2...........	2,5	0	60,5
3...........	7,5	0,1	60,6
4...........	12,5	0,22	60,5
5...........	17,5	0,49	60
6...........	22,5	0,7	61
7...........	27,5	1,6	60
8...........	32,5	3,4	63,5
9...........	37,5	5,4	73
10...........	42,5	8,5	76,5
11...........	47,5	13,3	82

Le laiton, traité de même, a fourni des résultats analogues :

	Charges de rupture.	Allongement pour 100.	Duretés.
1................	0	0	35
2................	1,71	0,09	35
3................	3,42	0,18	35
4................	5,13	0,18	35
5................	6,84	0,63	35
6................	8,55	2,16	39
7................	10,26	5,33	42
8................	11,97	8,48	46
9................	13,68	9,58	51

L'aluminium a fourni des résultats du même genre.

On voit que l'écrouissage à la traction, mesuré par l'augmentation de dureté du métal, ne commence qu'après que le métal a subi une déformation permanente.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur le dosage des lipoïdes dans le sérum sanguin.* Note (¹) de MM. L. **Grimbert** et M. **Laudat**, présentée par M. Guignard.

Nous proposant de doser à la fois dans une faible quantité de sérum la cholestérine, les lipoïdes phosphorés, les acides gras et les graisses neutres, nous avons cherché à simplifier les modes opératoires déjà décrits, sans rien leur enlever de leur précision, de manière à les rendre accessibles à tous les laboratoires. Des dosages répétés sur le même sérum nous ont permis de vérifier l'exactitude de notre technique et plus de 100 observations faites sur divers malades nous ont montré tout le parti qu'en pouvait tirer la clinique.

Technique employée. — A 20^{cm^3} de sérum on ajoute 100^{cm^3} d'alcool à 95° pour disloquer les combinaisons protéiques. Après un contact de 12 heures, on épuise à chaud le précipité par une nouvelle quantité d'alcool au moyen de l'appareil de Kumagawa et Suto (nous nous sommes assurés que le résidu de ce traitement ne donne plus rien, même après saponification à la soude). Les liquides alcooliques sont réduits à un faible volume par distillation, et le résidu, desséché à la température de 50°, est épuisé par l'éther anhydre. La solution éthérée, filtrée sur de l'amiante et évaporée, laisse un résidu que l'on pèse à titre de renseignement et qui renferme à l'état brut la totalité des graisses neutres, des acides gras préexistants, des lipoïdes phosphorés ou non et de la cholestérine.

(¹) Présentée dans la séance du 4 novembre 1912.

Saponification. — L'extrait est chauffé ensuite pendant 3 heures au bain-marie dans un ballon muni d'un réfrigérant ascendant avec de la potasse alcoolique $\frac{N}{5}$ (50^{cm^3} de KOH $\frac{N}{5}$ par $0^g,20$ d'extrait éthéré). L'alcool chassé, on reprend la masse des savons par de l'eau chaude et, après avoir mis les acides gras en liberté par addition d'acide azotique dilué, on épuise le tout à deux reprises par de l'éther. La couche aqueuse (A) est soutirée et mise à part pour y doser le phosphore provenant de la décomposition des lipoïdes phosphorés et la solution éthérée est évaporée. Le nouvel extrait, maintenu à l'étuve à 50° pendant 1 heure, est repris par de l'éther anhydre; la solution éthérée filtrée sur de l'amiante est évaporée et le résidu desséché à l'étuve pendant 4 à 5 heures pour insolubiliser les pigments. Il ne reste plus qu'à reprendre le résidu par l'éther de pétrole qui laisse, après évaporation et dessiccation à 50°, un mélange d'acides gras et de cholestérine dont on détermine le poids (B).

Dosage de la cholestérine. — Ce dernier, traité par la méthode Kumagawa (*Biochemische Zeitschrift*, t. VIII, p. 212, 1908) donne la cholestérine pure que l'on pèse après dessiccation. En retranchant le poids trouvé de (B) on obtient celui des acides gras totaux (C).

Dosage des lipoïdes phosphorés. — Le liquide aqueux (A) est évaporé au bain-marie dans un large creuset de Saxe, puis calciné modérément. La quantité d'alcali introduite pour saponifier et l'acide azotique ajouté ensuite, suffisent pour fixer le phosphore et aider à la destruction complète de la matière organique. On reprend par une faible quantité d'eau acidulée par l'acide azotique, on filtre et l'on reçoit le filtrat dans un tube à centrifuger de 50^{cm^3} de capacité. On ajoute un grand excès de réactif molybdique, on laisse en repos pendant 2 heures (Villiers, *Comptes rendus*, t. 116, 1893, p. 990), puis à l'étuve à 40° pendant 4 heures et l'on centrifuge; on décante, on lave d'abord avec de l'eau contenant 5 pour 100 du réactif molybdique, puis avec quelques centimètres cubes d'eau distillée; on décante de nouveau et l'on sèche le tube et son contenu à 100° jusqu'à poids constant. Le poids de phosphomolybdate divisé par 2, 3 donne le poids de lipoïdes phosphorés exprimés en lécithine distéarique contenu dans la prise d'essai.

Comme vérification, une prise d'essai de phosphate alcalin représentant 0,002 de P^2O^5 nous a donné dans quatre opérations successives : 0,0540 — 0,0538 — 0,0550 — 0,0540 de phosphomolybdate, soit : 0,00201 — 0,00205 — 0,00200 — 0,00201 de P^2O^5. Une prise d'essai de lécithine de 0,010, après calcination en milieu alcalin, nous a donné : 0,0230 et 0,0235 de phosphomolybdate, soit : 0,0100 et 0,0102 de lécithine. La même dose, préalablement saponifiée, a donné : 0,0214 et 0,0212 de phosphomolybdate, correspondant à 0,00930 et 0,00923 de lécithine, chiffres un peu plus faibles, comme on pouvait s'y attendre, étant donné le supplément de manipulations imposées.

Évaluation des acides gras. — Si du total des acides gras obtenus en (C), on retranche ceux qui proviennent de la saponification des éthers de la cholestérine (exprimés en acide oléique) et de la saponification de la lécithine (exprimés en acide stéa-

rique), le reste peut être attribué aux acides gras provenant de la saponification des graisses et aux acides gras préexistant à l'état libre dans le sérum. Pour les besoins de la clinique, on peut se contenter de les compter ensemble. En supposant que la cholestérine se trouve tout entière dans le sérum à l'état d'éther oléique, ce qui est généralement admis (Hurthle et Hepner), il suffit de multiplier le poids de cholestérine pure trouvé par le facteur 0,73 pour avoir le poids d'acide oléique correspondant. De même, le poids de lécithine multiplié par 0,689 donne la quantité d'acide stéarique qui en dérive.

Voici, à titre d'exemple, un certain nombre de résultats obtenus sur des sérums normaux et sur des sérums de malades. Ces résultats sont rapportés au litre de sérum et exprimés en grammes.

	Sérums normaux.			Sérums de malades.				
Cholestérine...	1,65	1,74	2,60 (1)	3,05 (2)	1,96 (2)	3,80 (3)	4,70 (4)	5,54 (5)
Lécithine.....	1,26	1,19	2,10	2,24	1,07	1,31	2,06	4,26
Ac. gras libres et ac. gras des graisses neutres	1,70	2,24	4,46	3,66	2,45	4,73	7,85	10,49

MÉDECINE. — *Sur le spléno-diagnostic de la fièvre typhoïde.* Note de M. H. Vincent.

L'hypertrophie de la rate s'observe avec assez de constance au cours de la fièvre typhoïde pour qu'on la considère comme un des signes habituels de cette affection. Elle est l'expression d'une réaction défensive de l'organisme contre le bacille pathogène et ses toxines.

J'ai recherché si l'inoculation, aux malades atteints de fièvre typhoïde ou parathyphoïde B, d'une certaine dose d'antigène de même nature (extraits ou autolysats de bacilles typhiques ou paratyphiques) éveille, sur cet organe, une réaction utilisable pour le diagnostic. Commencée depuis près de quatre années, cette étude a porté sur 39 malades atteints de typhus abdominal; sur 3 malades atteints de fièvre paratyphoïde du type B (je n'ai pas observé de fièvre du type A); sur 15 malades atteints d'affections fébriles diverses, sauf de paludisme; enfin sur des sujets sains.

(1) Quatre heures après ingestion de graisse. — (2) Brightisme et azotémie. — (3) Néphrite (à jeun). — (4) Même malade, après ingestion de graisse. — (5) Néphrite syphilitique.

Des cultures vivantes de bacilles typhiques et de bacille paratyphique B sont mises à macérer pendant 3 jours dans l'eau physiologique, puis centrifugées. Le liquide surnageant, riche en produits solubles bacillaires, est stérilisé par l'éther.

C'est ce liquide (antigène typhoïdique ou antigène paratyphoïdique) que a été injecté à 57 malades divers.

Dans le cas de fièvre typhoïde, l'injection d'autolysat de bacille d'Eberth détermine un hypertrophie caractéristique de la rate et aussi, quoique moins souvent et à un degré plus limité, du foie. En ce qui concerne la rate, elle augmente de 1^{cm} à 2^{cm}, parfois davantage, dans ses deux diamètres. La hauteur du foie, en avant, peut également s'accroître de $0^{m},01$ à $0^{m},015$.

Sur 39 cas de fièvre typhoïde, cette spléno-réaction a été observée 37 fois, soit dans plus de 94 pour 100 des cas. L'hypertrophie du foie a été constatée dans 35 pour 100 des cas.

Chez trois malades atteints de fièvre paratyphoïde B vérifiée par l'hémoculture, l'extrait de bacille paratyphique B a donné lieu à une spléno-réaction très marquée.

Le gonflement de la rate est manifeste entre la dixième et la dix-huitième heures après l'injection. Quelquefois plus précoce, il est apparu, dans deux cas, à la trentième heure, mais l'antigène employé dans ces deux cas était peu actif. La rate reste tuméfiée pendant 2 à 3 jours environ.

Par contre, la spléno-réaction a fait entièrement défaut chez les sujets sains; chez des malades atteints : de granulie, 1; de fièvre tuberculeuse rebelle, 3; de pneumonie, 4 dont une à forme typhoïde ; de congestion pulmonaire bâtarde avec fièvre élevée, 2 ; de grippe accompagnée de phénomènes infectieux, 4 ; de fièvre de Malte, 1.

Fait important, les malades atteints de la fièvre typhoïde sont indifférents à l'antigène paratyphique. Inversement, les malades atteints de la fièvre paratyphoïde B ont réagi exclusivement aux injections d'autolysat du bacille paratyphique B et n'ont présenté aucune spléno-réaction avec l'autolysat de bacilles typhiques.

A l'incitation spécifique, la rate répond, en conséquence, par une hypertrophie également spécifique.

Il suit de là que cette méthode peut être appliquée au diagnostic clinique de l'une et de l'autre affections.

Le *spléno-diagnostic* m'a, en effet, été d'un réel secours pour déterminer la nature de certaines fièvres typhoïdes qui ne se sont révélées que plus tard par l'hémoculture, ou par les signes cliniques caractéristiques, lorsque l'hémoculture a été négative. En raison de la faible atteinte de l'injection et

de la rareté des bacilles circulant dans le sang au moment où la prise a été faite, ce bacille n'est pas, en effet, toujours isolé.

C'est ainsi que la spléno-réaction a été franchement positive dans certains embarras gastriques observés au cours d'une épidémie de fièvre typhoïde (juin 1912). La culture du sang était restée stérile. A l'occasion de la même épidémie, ou dans des cas antérieurs, la même méthode de diagnostic a permis de rattacher à la fièvre typhoïde des pyrexies indécises, dans lesquelles, l'hémoculture et la séro-réaction étant négatives, on a vu apparaître, plus tard, des symptômes tels que des taches rosées lenticulaires, qui ne permettaient pas, rapprochées des autres phénomènes morbides, de douter de la nature éberthique de l'affection.

PHYSIOLOGIE. — *Capacité pulmonaire minima, compatible avec la vie.* Note de MM. **Léon Bernard**, **A. Le Play** et **Ch. Mantoux**, présentée par M. A. Dastre.

Beaucoup d'organes indispensables à la vie ont une capacité fonctionnelle bien supérieure à celle que nécessite son entretien. Cette notion établie, par exemple, pour le rein, les glandes surrénales, l'intestin grêle, n'a pas été jusqu'ici précisée en ce qui concerne les poumons.

La suppression anatomique d'une partie des poumons, par ligature et résection, ne nous ayant pas donné de résultats satisfaisants, nous nous sommes adressés à une méthode indirecte, la suppression fonctionnelle plus ou moins complète de l'organe: les poumons sont refoulés dans la cavité pleurale, par l'injection de gaz, non absorbable, produisant un pneumothorax artificiel double.

Nos expériences ont porté sur des chiens. Le gaz employé était l'azote. L'appareil de Kuss permet, à chaque instant, de suivre les variations de la pression intra-thoracique et de mesurer la quantité de gaz injecté.

D'un côté, à droite, nous produisons un pneumothorax total, jusqu'à immobilisation complète du poumon correspondant; de l'autre côté, à gauche, nous faisons un pneumothorax partiel, en arrêtant l'introduction du gaz à la limite à partir de laquelle il nous semble y avoir danger de restreindre encore le champ respiratoire.

Pendant toute la durée de l'expérience, nous suivions, par la radioscopie, les progrès du collapsus pulmonaire : il nous était ainsi possible de noter le

moment où celui-ci était complet d'un côté, ainsi que la diminution progressive du jeu de l'organe du côté opposé.

L'expérience est conduite lentement, de façon à laisser une certaine accommodation se produire. L'opération se pratique en deux temps. L'entrée du gaz doit se faire naturellement, par la seule aspiration thoracique. A droite, on pousse l'injection jusqu'à ce que l'équilibre de pression, de chaque côté de l'alvéole pulmonaire, soit établi, ou même légèrement dépassé (+ 0,5 à + 1), le zéro du manomètre n'étant qu'une moyenne, dépassée dans les grandes inspirations. A gauche, une fois introduite la quantité de gaz maxima que l'animal paraissait pouvoir supporter, nous le sacrifions immédiatement ou après 24 heures.

Prélevant alors les poumons, on les pèse et l'on note leurs volumes respectifs obtenus par déplacement d'eau.

On est alors en possession des éléments suivants :

$v\mathrm{Az}^d$ et $v\mathrm{Az}^g$, volumes d'azote injectés dans les plèvres droite et gauche;
v^d et v^g, volumes des poumons droit et gauche rétractés;
p^d et p^g, poids des poumons droit et gauche.

Ces données vont nous permettre d'établir la quantité de poumon fonctionnant encore, par rapport à la quantité totale des deux poumons.

Soit V^d et V^g, les volumes totaux respectifs du poumon droit et du poumon gauche, on a

$$\mathrm{V}^d = v\mathrm{Az}^d + v^d,$$

on peut admettre

$$\frac{\mathrm{V}^d}{\mathrm{V}^g} = \frac{p^d}{p^g},$$

d'où

$$\mathrm{V}^g = \frac{\mathrm{V}^d \times p^g}{p^d} = \frac{(v\mathrm{Az}^d + v^d) \times p^g}{p^d},$$

dont les termes sont connus.

Le volume restant, r, du poumon gauche fonctionnellement utile est exprimé par une valeur, marquant la différence entre le volume total du poumon gauche et le volume du gaz injecté dans la plèvre gauche, additionné du volume occupé par le poumon gauche rétracté

$$r = \mathrm{V}^g - (v\mathrm{Az}^g + v^g).$$

Ce nombre exprime la capacité de l'espace où se meut le poumon gauche, entre sa limite de rétraction totale et l'espace occupé par le gaz injecté, $v\mathrm{Az}^g$; il représente, en même temps, le volume d'air nécessaire et suffisant à l'entretien de l'hématose.

Il est intéressant de le comparer au volume de l'air circulant à l'état normal dans les deux poumons. Ce dernier, V^a, est exprimé, avec une erreur minime, par le volume pulmonaire total, $V^d + V^g$ ou V^t, diminué des volumes respectifs des deux poumons complètement rétractés :

$$V^a = V^t - (V^d + V^g).$$

La capacité pulmonaire minima, c, est exprimée par le rapport entre le volume d'air nécessaire à l'entretien de la vie et le volume d'air qui entre en jeu dans l'expansion pulmonaire totale, ou, en d'autres termes, entre la portion du poumon encore en fonction et le volume pulmonaire total :

$$c = \frac{r}{V^a}.$$

Si nous remplaçons les lettres par les chiffres correspondants trouvés, nous voyons que cette capacité fonctionnelle minima est égale à $\frac{1}{6}$ environ du volume pulmonaire total.

Il est nécessaire, entre autres précautions, pour mener l'expérience à bon terme, que le chien reste dans l'immobilité la plus absolue, afin d'éviter toute erreur, due à la production si facile de l'emphysème sous-cutané.

ZOOLOGIE. — *Sur l'influence de la température sur la marche du développement de* Maïa squinado (Herbst). Note [1] de M. C. **Schlegel**, présentée par M. Delage.

Ayant obtenu l'an dernier, au laboratoire de Roscoff, le développement complet de *Maïa squinado* [2], j'ai repris cette année mes expériences sur une plus grande échelle, et en m'adressant à plusieurs espèces de Brachyoures et d'Anomoures. Les résultats, quoique satisfaisants, n'ont pas été aussi bons que me permettait de l'escompter ma réussite de 1911, et cela par suite du changement considérable d'une importante condition de ces élevages : la température. C'est de l'effet des variations de ce facteur sur le développement de l'espèce que j'ai le mieux étudiée, *M. squinado* précisément, que je voudrais dire quelques mots.

Je me suis efforcé, dans mes deux séries d'expériences de 1911 et 1912,

(1) Présentée dans la séance du 4 novembre 1912.

(2) *Comptes rendus*, t. 153, séance du 21 août 1911, p. 480.

de rendre aussi semblables que possible les circonstances des élevages que je pouvais modifier à mon gré : milieux d'élevage (bacs à eau courante d'une quarantaine de litres), débit invariable, nature et mode de distribution de la nourriture (plankton une fois par jour, recueilli dans les mêmes stations et les mêmes circonstances, à la même profondeur), exposition à l'éclairage. Toute la différence a pratiquement porté sur la température de l'eau.

En 1911, la moyenne journalière de la température dans les bacs s'est maintenue presque constamment, en juillet et août, à 17°,5 ou 18°, les oscillations quotidiennes n'atteignant pas une amplitude de 3 degrés, mais en septembre, elle est descendue, dès le milieu du mois jusqu'à 15°.

En 1912, 17°,5 n'a jamais été dépassé en juillet et août, et 16° et 15° ont été fréquemment réalisés; la moyenne journalière variait entre 17° et 15°, avec des extrêmes distants parfois de 5 degrés.

A ces conditions différentes, j'ai trouvé correspondre des durées différentes dans les diverses phases larvaires. Voici quelques exemples typiques pris parmi les quelque trente expériences que j'ai faites :

Nos.	Dates des élevages.	Stades.	Moyenne de la température.	Durée en jours des phases larvaires.	Observations.
I.	Juillet-Août 1911.	1re Zoé.........	18°	4	Développement normal.
		2e Zoé.........	18	4	
		Mégalope.......	18	7	
II.	Août 1911.......	1re Zoé.........	18	4	
		2e Zoé.........	17,5	4	
		Mégalope.......	17,5	8	
III.	Juillet 1912......	1re Zoé.........	17	5	
		2e Zoé.........	15 les 4 premiers jours 17 les 3 derniers	7	
		Mégalope.......	15	15	Toutes les Mégalopes meurent successivement sans atteindre la forme parfaite.
IV.	Août 1912.......	1re Zoé.........	17	5	
		2e Zoé.........	17 au début 16,5 à la fin	8	
		Mégalope.......	15	»	id.
V.	Août 1912.......	1re Zoé.........	17	6	
		2e Zoé.........	16,5 au début 15 à la fin	8	Meurent sans atteindre la forme Mégalope.
VI.	Septembre 1911 ..	1re Zoé.........	16-15	6	Meurent sans atteindre la 2e forme Zoé.
VII.	Août 1912.......	1re Zoé.........	16,5-15	7	id.

De ces observations il semble résulter que : le passage de la première à la deuxième Zoé est retardé dès que la température atteint 17° et empêché quand elle atteint 16°;

le passage de la deuxième Zoé à la Mégalope est retardé dès que la température atteint 16°, empêché quand elle arrive à 15°;

le passage de la Mégalope à la forme parfaite est légèrement retardé dès 17°,5 et empêché à 15°.

Ces résultats sont évidemment bien incomplets; de plus, mes expériences n'ont pas échappé à certaines causes d'erreur, dont la plus importante à mon avis doit être la variation du plankton due également à la température. Cependant cette erreur doit être minime, car les éléments nécessaires à la nourriture des larves se trouvent toujours, dans le plankton administré comme alimentation, en quantité dépassant de beaucoup le nécessaire.

Je pense néanmoins que, ces observations n'eussent-elles qu'une valeur de simple indication, il était utile de les faire connaître.

ANTHROPOLOGIE. — *Répartition des ossements humains trouvés dans le gisement moustérien de La Quina (Charente).* Note de M. **Henri Martin.**

Nous avons donné lecture l'année dernière (séance du 16 octobre) d'une Note relative à un crâne humain de l'époque moustérienne moyenne de La Quina, découvert par nous en septembre 1911, inclus dans le sable argileux d'un ancien lit du Voultron, sans aucune trace de sépulture.

Nous avons depuis poursuivi nos recherches dans le même gisement et, parmi les pièces que nous avons trouvées, quelques-unes nous paraissent assez intéressantes pour être signalées à l'Académie.

Nous en dirons quelques mots, après avoir énuméré, dans l'ordre de leur découverte, tous les débris humains provenant de nos fouilles à La Quina :

1. 1908, dans la couche C^3 [1], deux astragales (droit et gauche), de mêmes proportions, situés à peu de distance l'un de l'autre et appartenant probablement au même individu.

2. 1908, dans la couche B^2, fragment d'occipital, avec la moitié droite du *torus occipitalis*.

(1) Voir à ce sujet : Dr Henri Martin, *Recherches sur l'évolution du Moustérien dans le gisement de La Quina*, t. I, 1907-1910, p. 169 et suivantes.

3. 1910, dans la couche C^2, une vertèbre voisine de la neuvième dorsale.

4. 1911, dans la couche C^2 (partie inférieure) deux dents : M^3 inf. gauche et M^2 inf. droite, trouvées à environ 1^m l'une de l'autre. Ces deux molaires, de fortes dimensions, appartiennent peut-être au même individu.

5. 1911, dans la couche B^3, le squelette qui a fait l'objet de la Note du 16 octobre 1911.

6. 1912, dans la couche B^2, fragment de pariétal.

7. 1912, dans la couche C^2, fragment de frontal droit avec notable portion d'arcade sourcilière.

8. 1912, dans la couche C^2, fragment de frontal gauche avec portion d'arcade sourcilière.

Nota. — Ces deux fragments de frontaux (7 et 8) ne semblent pas provenir du même sujet, car le développement de l'arcade sourcilière, bien que considérable, n'a pas le même indice.

9. 1912, dans la couche C^2, maxillaire inférieur, branche gauche avec cinq molaires. Le menton est fuyant, la branche horizontale en bon état est très épaisse, la branche montante large.

Tous ces ossements semblent provenir de neuf squelettes, étant donné que nous attribuons les deux astragales au même individu et les deux molaires à un autre.

Cette dispersion d'ossements humains, dans les diverses couches du gisement et sur des points assez éloignés les uns des autres, nous fait actuellement conclure que la sépulture n'était pas en usage parmi les Moustériens de La Quina.

En effet les couches supérieures sont formées d'éboulements, de ruissellements et de détritus précipités du haut des terrasses et c'est là que nous trouvons disséminés ces débris humains associés aux silex et aux ossements fracturés des animaux consommés (Bison, Cheval, Renne); la présence du squelette (n° 5) dans la couche moyenne semble aussi indiquer que les cadavres étaient simplement abandonnés.

Les traces si fréquentes de décarnisation (coupures et raclages) sur les os des animaux précités n'ont été observées sur aucun de nos débris humains, ce qui permet de supposer que les Moustériens de La Quina ne pratiquaient pas l'anthropophagie.

Les deux fragments de frontaux (n°s 7 et 8), avec de fortes arcades sourcilières et la branche maxillaire inférieure typique (n° 9), montrent bien la persistance des caractères de la race néanderthalienne dans les dépôts supérieurs du Moustérien de La Quina, malgré une très légère atténuation relativement au squelette du Moustérien moyen (n° 5).

GÉOLOGIE. — *Sur la structure des Pyrénées cantabriques et leurs relations probables avec les Pyrénées occidentales.* Note de MM. **Léon Bertrand** et **Louis Mengaud**, présentée par M. Pierre Termier.

Dans une précédente Note (1), nous avons fait connaître un certain nombre de faits démontrant que, dans la région cantabrique entre Llanes et Santander, il existe trois séries tectoniques superposées, présentant des caractères stratigraphiques distincts. Les deux plus élevées (séries I et II) correspondent certainement à des nappes charriées et plus ou moins repliées sur elles-mêmes; quant à la troisième, il est *a priori* impossible de dire si elle est autochtone ou bien si elle appartient à une nappe inférieure aux précédentes.

La question qui se pose évidemment tout d'abord est celle de l'origine des nappes I et II, c'est-à-dire du sens des déplacements qui les ont produites. Nous n'avons pas actuellement de données péremptoires à cet égard; cependant nous croyons devoir indiquer certains arguments militant en faveur d'une origine méridionale pour ces nappes, qui auraient donc été produites par des mouvements tangentiels dirigés vers le Nord. Au premier abord, cette hypothèse peut sembler contradictoire avec le fait que la nappe II est affectée, dans la région dont nous avons parlé, par d'importantes dislocations ayant amené la production d'un déversement habituel et même de vrais chevauchements au Sud dans les couches de cette série. Mais cette disposition semble être localisée au voisinage du littoral et disparaître rapidement vers le Sud; dans la vallée du Rio Deva, elle a déjà cessé à la Hermida, où la bande triasique qui passe par cette localité forme un synclinal sensiblement droit et qui, en son bord méridional, au nord de Lebeña, présente même plutôt un faible déversement vers le Nord. D'autre part, la fenêtre de Lebeña, simple anticlinal crevé de la nappe II mettant à nu son substratum albien, ne montre plus, elle aussi, de tendance au déversement vers le Sud.

Par suite, les accidents témoignant de mouvements superficiels au Sud n'ont qu'un caractère local, alors que, s'ils étaient concomitants de la formation de la nappe II, il semble qu'ils devraient présenter une plus grande généralité. Il nous paraît naturel de penser qu'ils ne doivent être

(1) Léon Bertrand et L. Mengaud, *Comptes rendus*, 14 octobre 1912.

considérés que comme des accidents secondaires, dus à un processus tectonique distinct de celui auquel est liée la genèse de la nappe II et d'importance évidemment moindre, et que ces accidents ont été formés lors d'une seconde phase orogénique, postérieure à celle qui a produit la translation des nappes en question.

Il nous semble utile de rappeler, à cet égard, la conception à laquelle l'un de nous a été conduit pour les Pyrénées occidentales (1) et qui a fourni, à M. Pierre Termier et lui, l'explication de la structure si complexe du pays basque (2). L'existence de chevauchements secondaires vers le Sud y a masqué, plus ou moins complètement, le phénomène principal et initial qui avait donné naissance aux nappes nord-pyrénéennes par charriage vers le Nord. Il en résulte que le sens des déplacements superficiels qui se sont produits, lors de deux phases orogéniques successives en un même point, n'est pas nécessairement le même, et, d'autre part, ces mouvements relatifs de sens inverse peuvent s'expliquer facilement par la continuité de poussées de même sens.

Si l'on rapproche ces conclusions du fait, précédemment indiqué, que les accidents de la nappe II déversés au Sud semblent n'y avoir qu'une extension locale, on est en droit d'admettre que la seule considération de ces accidents secondaires ne permet pas de prévoir l'origine de cette nappe. Cette question ne pourra recevoir de solution certaine que par des recherches plus détaillées vers l'Ouest et le Sud et par la connaissance des faciès des terrains qui s'y rencontreront. Il nous semble toutefois très probable que cette origine devra se rencontrer plutôt au Sud qu'au Nord et, sans vouloir ici établir de correspondance précise, que les nappes dont nous avons reconnu l'existence sont la prolongation plus ou moins directe des nappes pyrénéennes qui ont été suivies jusqu'à la frontière du pays basque français. Nous savons, en effet, que le flysch sous-pyrénéen qui sert de substratum, vers le Nord, aux nappes nord-pyrénéennes, se poursuit dans les chaînons côtiers des environs de Saint-Sébastien (Jaizquibel, Mendizorotz); par suite, la région surtout formée de Crétacé et de roches basiques qui vient au Sud, après la terminaison des massifs primaires de la Rhune et de la Haya, et qui s'étend dans le Guipuzcoa et les environs de Bilbao, semble être la prolongation des zones secondaires des nappes nord-pyré-

---

(1) Léon Bertrand, *Sur la structure géologique des Pyrénées occidentales* (*Bull. Soc. géol. de Fr.*, 4e série, t. XI, p. 122).

(2) Pierre Termier et Léon Bertrand, *Comptes rendus*, t. 153, p. 919.

néennes A et B, où l'Albien vaseux se montre si remarquablement développé, ainsi que le Trias gypseux, le Jurassique inférieur et les roches basiques, les unes intercalées dans le Trias, les autres intrusives dans les couches plus élevées. Il nous paraît donc très probable que la série III, que nous avons trouvée en fenêtres plus ou moins fermées sous la nappe II et qui doit vraisemblablement venir largement au jour plus à l'Est, doit correspondre à l'une ou l'autre de ces nappes nord-pyrénéennes. Par suite, la Cordillère cantabrique toute entière, et les Picos de Europa en particulier, doivent être la prolongation tectonique des Pyrénées, avec continuité plus ou moins parfaite des faciès stratigraphiques d'une région à l'autre.

La vraisemblance d'une origine méridionale pour la nappe II, fondée sur la continuité probable avec les Pyrénées, est d'ailleurs étayée par la considération de ce que l'on sait de la nappe supérieure I. Il est bien évident, en effet, qu'on ne saurait séparer la formation et l'origine de ces deux nappes. Or, d'après les travaux de M. Barrois [1] et la Carte géologique d'Espagne au $\frac{1}{400000}$, les lambeaux isolés de grès paléozoïques de la nappe I se rattachent manifestement, aux environs d'Oviedo, à la très importante série siluro-dévonienne qui fait le tour du bassin houiller asturien et qui se retrouve au bord sud du massif des Picos de Europa, dans le Nord de la province de Léon. D'autre part, des témoins isolés de ces dépôts paléozoïques anciens se montrent, sur la carte espagnole, en plein massif carbonifère et avec une disposition telle que leur présence n'y peut être expliquée que par une superposition au Carbonifère et même, le plus souvent, à son terme supérieur le Houiller asturien, plutôt qu'aux calcaires carbonifères inférieurs. Il nous paraît extrêmement probable que ce sont là des témoins d'une grande carapace, plissée avec son substratum (nappe II) comme aux environs du littoral, et cela entraînerait la conclusion que la disposition tournante bien connue à l'extrémité du bassin houiller des Asturies correspond à l'enfouissement de la nappe II sous la nappe supérieure I. D'autre part, il nous semble évident que l'origine de celle-ci doit être cherchée au sud des Picos de Europa, où la carte géologique espagnole montre une continuité et un développement du Paléozoïque de cette nappe incomparablement plus grands qu'au Nord.

En résumé, nous pensons qu'on doit admettre : 1° que la Cordillère cantabrique est tectoniquement la prolongation des Pyrénées et peut donc

---

(1) Ch. Barrois, *Recherches sur les terrains anciens des Asturies et de la Galice* (*Mém. Soc. géol. du Nord*, t. II, 1882).

être géologiquement désignée sous le nom de *Pyrénées cantabriques*, pour marquer cette continuité; 2° qu'elle est formée de nappes superposées, venues du Sud et qui, dans la région littorale comme dans le pays basque français, ont été déformées par des accidents secondaires, ayant produit des plis fortement déversés au Sud et même de vrais chevauchements dans cette direction.

PALÉONTOLOGIE. — *Découverte d'un gisement de Vertébrés dans l'Aquitanien supérieur de l'Agenais. L'âge géologique de la faune de Saint-Gérand-le-Puy.* Note [1] de M. G. Vasseur, présentée par M. H. Douvillé.

L'Aquitanien de l'Agenais comprend, dans l'ordre ascendant : le *calcaire lacustre blanc d'Agen;* les *marnes à* Ostrea aginensis; un *calcaire lacustre gris* et un niveau supérieur *d'argile à* Ostrea aginensis. Ces quatre assises offrent une grande extension au nord de la Garonne, mais avec des modifications de faciès que nous avons mentionnées en 1890, et figurées sur la *feuille géologique d'Agen*.

Des restes de Vertébrés ont été signalés dans l'Aquitanien inférieur de l'Agenais, particulièrement à La Milloque, où l'abbé Landesque a recueilli une trentaine d'espèces de Mammifères. Les dépôts lacustres de la division moyenne, formant à l'Est et au Nord-Est le prolongement des marnes à *Ostrea aginensis*, n'ont fourni aucun fossile; enfin l'Aquitanien supérieur n'avait encore présenté que de rares vestiges de Vertébrés : *Steneofiber Escheri* et (*Anchitherium aurelianense?*) [2], lorsque nous avons découvert, en 1889, le gisement dont nous parlerons dans la présente Note.

En annonçant (1890) la présence, dans le calcaire gris de l'Agenais, d'un *Amphitragulus*, du *Palæochærus typus* et du *Cænotherium Geofroyi*, nous relevions les premiers indices d'une relation existant entre la faune de l'Aquitanien supérieur du Sud-Ouest et celle de Saint-Gérand. Nos découvertes récentes confirment ces premières indications et montrent que le calcaire gris ne renferme, jusqu'ici, aucun des types caractéristiques de la faune miocène [3].

---

(1) Présentée dans la séance du 14 octobre 1912.

(2) Environs de Nicole. Tournouër, *Bul. Soc. géol. de Fr.*, 1867 et 1869.

(3) L'*Anchitherium*, cité avec doute par Tournouër, n'a pas été retrouvé dans nos fouilles.

Les observations suivantes ne permettent pas d'accepter les modifications introduites dans la classification des terrains tertiaires par M. Dollfus.

Ce géologue ne conserve dans l'Aquitanien que les divisions moyenne et supérieure de l'étage, en les attribuant au Miocène. Il a émis l'hypothèse d'une confusion de notre part, entre les calcaires blanc et gris de l'Agenais, au sujet des Mammifères signalés dans ce dernier terrain; l'exposé de nos constatations stratigraphiques nous tiendra lieu de réponse.

Le gisement découvert en 1889 est situé dans la commune de Laugnac, à 9^{km} au nord d'Agen, et sur le bord de la route qui conduit de cette ville à Castelmoron, par Saint-Julien. Au delà de ce village, la route en question s'élève, dans un vallon, jusqu'à la cote 190^{m}, point de rencontre de la route de Sainte-Livrade. C'est à 200^{m} environ avant d'atteindre cet endroit, qu'on peut observer, dans le talus, la marne grise ou brunâtre, et plus ou moins charbonneuse, qui renferme les Vertébrés. Cette couche ($0^{m},30$ à $0,^{m}40$), pétrie de débris coquilliers, est intercalée entre deux bancs calcaires, et il est facile de s'assurer que l'ensemble représente le *calcaire gris*, en suivant les trois niveaux aquitaniens sur le pourtour du plateau qui porte Lusignan-Petit, Fraysse et Laugnac.

A Lusignan-Petit, les deux calcaires de l'Agenais, bien caractérisés, sont séparés par les marnes à *Ostrea aginensis*. Ce fossile existe encore à la Nauze, mais il disparaît au Nord et à l'Est au-dessous de Fraisse, où l'assise argilo-marneuse se continue cependant entre les calcaires. La coupe de Fraisse est particulièrement instructive, car le *calcaire gris* typique, qui se continue en bordure de cette digitation du plateau, nous a présenté, avec ses Mollusques habituels, des restes de vertébrés (*Palæochærus*, etc.) découverts dans une carrière située entre La Pastoure et Gaillardas [1].

De Lusignan-Petit vers Laugnac, on voit les marnes moyennes passer au calcaire, tandis que le *calcaire gris* devient jaunâtre et concrétionné.

Entre Laugnac et l'affleurement fossilifère de la route de Saint-Julien, on constate enfin que l'Aquitanien supérieur est recouvert par les marnes miocènes de l'Armagnac comprenant une assise calcaire à *Helix Larteti* et *H. Sansaniensis*.

Les fouilles que nous avons exécutées, au voisinage du gisement signalé en 1890, montrent que la couche à Vertébrés se retrouve de l'autre côté du vallon, large, en cet endroit, de 200^{m} environ. Nous avons suivi ce niveau fossilifère sur 70^{m} de longueur, et nous y avons découvert un véritable ossuaire de Rhinocérotidés du genre *Aceratherium*.

La propriété de Marcel, qui renferme ces richesses paléontologiques, appartient à M. Gustave Gaubert, qui a bien voulu, dans l'intérêt de la Science, faciliter nos recherches.

---

[1] Nous devons la connaissance de ce gisement à M. Balade, instituteur à Laugnac.

La couche ossifère atteint, près de la ferme de Marcel, de $0^m,60$ à 1^m d'épaisseur, et le calcaire qui la recouvre (1^m à $1^m,30$) renferme à profusion des moules de Mollusques : *Helix girundica*, *Planorbis* cf. *Mantelli*, etc. La relation qui existe entre ces deux bancs est remarquable. Au Sud-Est, en effet, tandis que la marne à Vertébrés s'amincit assez brusquement et disparaît à une soixantaine de mètres de la ferme, le calcaire sus-jacent s'appauvrit et passe à un *calcaire concrétionné sans fossiles*, qui se confond avec le calcaire inférieur, après la disparition de la couche marneuse. On constate en outre que ces modifications de faciès sont en rapport avec la distribution des Vertébrés, car c'est au voisinage de l'endroit où la couche diminue rapidement d'épaisseur que se montre l'accumulation des restes d'*Aceratherium* (ossements enchevêtrés et *portions de squelettes*, enfouies avant la destruction de leurs ligaments).

Ces observations semblent indiquer un apport par des courants, sur le bord des marais où se déposait la couche fossilifère. Les débris de végétaux aquatiques, dont on voit encore les racines en place, ainsi que des restes abondants de Batraciens, témoignent également des conditions dans lesquelles la sédimentation s'effectuait en ce lieu, et il est logique d'en inférer que le dépôt en question s'est formé à une époque du retrait partiel des eaux du lac, transformé temporairement en vastes marécages.

Les fossiles recueillis dans nos fouilles, et qu'il convient particulièrement de mentionner, montrent que la faune du *calcaire gris* est *oligocène* et très voisine de celle de Saint-Gérand-le-Puy.

Mammifères. — *Amphiperatherium lemanense* Filh., *Steneofiber viciacensis* P. Gerv., *Titanomys visenoviensis* Mey., *Amphicyon ambiguus* Filh., *Mustela mustelina* Pom. sp., *Aceratherium lemanense* Pom., *Palæochœrus typus* Pom., *P.* cf. *Meisneri* Mey., *Cœnotherium Geoffroyi* Pom.

Sans parler aujourd'hui des Vertébrés de Laugnac (Marcel), nous pouvons, d'ores et déjà, formuler les conclusions suivantes :

1° La faune de Vertébrés oligocènes découverte dans l'Aquitanien supérieur s'oppose à l'attribution de ce terrain au Miocène ; 2° elle fixe très approximativement l'âge de celle de Saint-Gérand, resté incertain jusqu'à ce jour ; 3° elle appartient à l'époque où se déposait, dans le bassin de Paris, le *calcaire de l'Orléanais* et, par conséquent, ne permet pas de rapporter à cette formation le *calcaire de Montabuzard*, dont la faune est miocène.

M. René Arnoux adresse une Note intitulée : *La sécurité en aéroplane assurée par une nouvelle méthode de conduite supprimant les manœuvres dangereuses de la méthode actuelle.*

M. Vasilesco Karpen adresse une Note intitulée : *Sur le vol des oiseaux dit « vol à la voile »*.

(Ces deux Notes sont renvoyées à la Commission d'Aéronautique.)

A 3 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures un quart.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 11 NOVEMBRE 1912.

Traité de Métallogénie. Gîtes minéraux et métallifères : Gisements, recherche, production et commerce des minéraux utiles et minerais, description des principales mines, par L. DE LAUNAY, Membre de l'Institut; t. I, II, III. Paris et Liége, Ch. Béranger, 1913; 3 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

La vie et les travaux de Louis-Charles Lortet, Correspondant de l'Institut, par CLAUDE GAILLARD. (Extr. des *Archives du Muséum d'Histoire naturelle de Lyon*, t. XI.) Lyon, Henri Georg, 1912; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Chauveau. Hommage de l'auteur.)

Le poids des muscles pectoraux et le poids du cœur chez les Oiseaux, par A. MAGNAN. (Extr. du Volume des *Comptes rendus de l'Association pour l'Avancement des Sciences : Congrès de Nîmes*, 1912.) Paris, 1912; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Perrier.)

Société des Amis des Sciences. Compte rendu du cinquante-cinquième Exercice. 49e séance publique annuelle tenue le 21 mai 1912. Paris, Gauthier-Villars, 1912; 1 vol. in-8°.

Publications du BUREAU CENTRAL DE L'ASSOCIATION INTERNATIONALE DE SISMOLOGIE : *Catalogue général des tremblements de terre ressentis par l'homme et enregistrés par des instruments pendant l'année 1906*, par ERWIN SCHEU. — *Catalogue régional des tremblements de terre ressentis pendant l'année 1906*, avec deux annexes, 17 Cartes et une Mappemonde, par ERWIN SCHEU. — *Catalogue régional des tremblements de terre ressentis pendant l'année 1907*, avec une Mappemonde, par ERWIN SCHEU et ROBERT LAIS. — *Katalog der im Jahre 1907 registrierten seismischen Störungen*, von SIEGMUND SZIRTES. — *Registrierungen der besser ausgeprägten seismischen Störungen des Jahres 1907*. Ergänzung zum mikroseismischen Katalog, mit einer Karte, von SIEGMUND SZIRTES. Strasbourg, 1911-1912; 5 fasc. in-4°. (Transmis par M. le Ministre de l'Instruction publique.)

Rapport sur la géologie et la nature physique des îles Nastapoka, baie d'Hudson, par A.-P. LOW; traduit de l'anglais par MARC SAUVALLE. Ottawa, Imprimerie du Gouvernement, 1912; 1 fasc. in-8°.

Annuaire de la Station agronomique de l'État à Gembloux. Bruxelles, Misch et Thron, 1912; 1 vol. in-8°.

Proceedings of the United States national Museum; t. XLI. Washington, Imprimerie du Gouvernement, 1912; 1 vol. in-8°.

PUBLICATIONS DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

En vente à la Librairie Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins, Paris.

COMPTES RENDUS HEBDOMADAIRES DES SÉANCES

de l'Académie des Sciences

Publiés par MM. les *Secrétaires perpétuels.*

In-4 (28-23), hebdomadaire.

Collection complète, de 1835 à 1910; 151 volumes........ 1890 fr.

Chaque année, sauf 1845, 1873 à 1892, 1896 à 1898, 1900 à 1902, 1904, 1905, *se vend séparément*....... 25 fr.

Chaque volume, sauf les **Tomes 20, 21, 76 à 108, 110, 112, 114, 115, 122, à 127, 130, 132, 134, 138, 141**, se vend séparément.................................. 15 fr.

Les **Comptes rendus** paraissent régulièrement chaque semaine depuis le 2e semestre de 1835, en un cahier de 32 à 40 pages, quelquefois de 80 à 120; ils forment, à la fin de l'année, *deux Volumes* in-4 (28-23), ensemble de 2400 à 3000 pages. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de noms d'auteurs, terminent chaque volume.

Prix pour un an (52 numéros) :

Paris.. 30 fr.
Départements...................................... 40 fr.
Union postale...................................... 44 fr.

L'abonnement est annuel et part de janvier.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS

des Séances de l'Académie des Sciences.

Par ordre de matières et par ordre alphabétique de noms d'auteurs.

4 volumes in-4 (28-23), savoir :

Tables des Tomes **1** *à* **31** (1835-1850). In-4 (28-23); 1853.. 25 fr.
Tables des Tomes **32** *à* **61** (1851-1865). In-4 (28-23); 1870.. 25 fr.
Tables des Tomes **62** *à* **91** (1866-1880). In-4 (28-23); 1888.. 25 fr.
Tables des Tomes **92** *à* **121** (1881-1895). In-4 (28-23); 1900... 25 fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS

des Séances de l'Académie des Sciences.

Tomes I et II, 1856 *et* 1861, *séparément*.............. 25 fr.

MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

In-4; tomes I a LI, 1816 a 1910.

Chaque volume, à l'exception des Tomes ci-après indiqués, se vend séparément................................. 15 fr.

Le Tome XXXIII, avec Atlas, se vend séparément....... 25 fr.

Le Tome LI, avec Atlas, se vend........................ 40 fr.

Les Tomes VI et XXI ne se vendent pas séparément.

Tables générales des travaux contenus dans les Mémoires de l'Académie.

Ire Série, Tomes I à XIV (an VI-1815), et IIe Série, Tomes I à XL (1816-1878); 1881.................................. 6 fr.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS PAR DIVERS SAVANTS

à l'Académie des Sciences (*Savants étrangers*).

2e série. In-4; tomes I a XXXIV, 1827-1909.

Chaque volume se vend séparément..................... 15 fr.

Tables générales des travaux contenus dans les Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie.

Ire Série, Tomes I et II (1806-1811), et IIe Série, Tomes I à XXV (1827-1877) 1881.................................. 2 fr. 50

NOTICES NÉCROLOGIQUES

Lues à l'Académie (1886-1890). In-8 (25-16); 1891.... **2 fr. 50**

Notice sur J.-C. Bouquet, par *G.-H. Halphen.* — Notice sur L.-F.-C. Breguet, par *de Jonquières.* — Notice sur L.-R. Tulasne, par *E. Bornet.* — Notice sur E. Laguerre, par *H. Poincaré.* — Notice sur G.-H. Halphen, par *E. Picard.* — Notice sur E. Phillips, par *H. Léauté.*

PASSAGE DE VÉNUS

Recueil de Mémoires relatifs à l'observation du passage de Vénus sur le Soleil, en 1874.

Tome I. — Ire Partie : *Procès-verbaux des séances tenues par la Commission.* In-4 (28-23); 1877............... 12 fr. 50 c.
— IIe Partie : *Mémoires divers.* In-4 (28-23), avec 7 planches; 1876.. 12 fr. 50 c.

Tome II. — Ire Partie : *Mission de Pékin* (Fleuriais). — *Mission de Saint-Paul* (Mouchez). In-4 (28-23), avec 26 pl.; 1878. 25 fr.
— IIe Partie : *Mission de Saint-Paul* (Rochefort et Ch. Vélain). — *Mission du Japon* (Janssen, Tisserand, Delacroix et Picard). — *Mission de Saïgon* (Héraud). — *Mission de Nouméa* (André). In-4 (28-23), avec figures et 36 planches; 1880........ 25 fr.

Tome III. — Ire Partie : *Mission de l'île Campbell* (Bouquet de la Grye). In-4 (28-23), avec 6 planches; 1882.... 12 fr. 50 c.
— IIe Partie : *Mission de l'île Campbell* (H. Filhol). In-4 (28-23), avec atlas de 68 planches; 1885...................... 25 fr.
— IIIe Partie : *Mesures des plaques photographiques.* In-4 (28-23), avec 2 planches; 1882............................ 12 fr. 50 c.

Annexe : *Discussion des résultats obtenus avec les épreuves daguerriennes de la Commission française*, par *Obrecht.* In-4 (28-23); 1890.. 2 fr. 50 c.

MISSION DU CAP HORN

(1882-1883).

Tome I : **Histoire du Voyage**, par L.-F. Martial. In-4 (28-23), avec 12 planches; 1888.................................. 25 fr.

Tome II : *Météorologie*, par J. Lephay. In-4 (28-23), avec 12 planches; 1885 (*Rare*).

Tome III : *Magnétisme terrestre*, par E.-O. Le Cannellier. — *Recherches sur la constitution chimique de l'atmosphère*, d'après les expériences du Dr *Hyades*, par Muntz et Aubin. In-4 (28-23), avec 11 planches; 1886 (*Rare*).

Tome IV : **Géologie**, par le Dr P. Hyades. In-4 (28-23), avec 33 pl.; 1887.. 25 fr.

Tome V : **Botanique**. In-4 (28-23) de 400 pages; 1889.... 25 fr.

Tome VI : **Zoologie**. Ce Tome est publié en 12 fascicules.

Ire Partie : In-4 (28-23) de 486 pages, avec 23 pl.; 1891.. 45 fr.

Mammifères (*A. Milne-Edwards*); 10 fr. — *Oiseaux* (*E. Oustalet*); 25 fr. — *Poissons* (*L. Vaillant*); 4 fr. — *Anatomie comparée* (*H. Gervais*); 6 fr.

IIe Partie : In-4 (28-23) de 430 pages, avec 29 pl.; 1891 (*Rare*).

Insectes (*L. Fairmaire, Signoret, J. Mabille, P. Mabille, J.-M.-F. Bigot*); 20 fr. — *Arachnides* (*E. Simon*) (épuisé). — *Crustacés* (*Milne-Edwards*); 11 fr. — *Mollusques* (*de Rochebrune* et *J. Mabille*); 10 fr.

IIIe Partie : In-4 (28-23) de 376 pages, avec 36 pl.; 1891.. 35 fr.

Priapulides (*J. de Guerne*); 2 fr. — *Bryozoaires* (*J. Jullien*); 8 fr. — *Echinodermes* (*E. Perrier*); 20 fr. — *Protozoaires* (*A. Certes*); 5 fr.

Tome VII : **Anthropologie. Ethnographie**; par le Dr P. Hyades et J. Deniker. In-4 (28-23), avec 34 pl. et 1 carte en couleur; 1891. 25 fr.

La collection des sept Tomes en neuf volumes......... 275 fr.

N° 20.

TABLE DES ARTICLES (Séance du 11 Novembre 1912).

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CORRESPONDANCE.

50192 PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS, Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : Gauthier-Villars.

1912

DEUXIEME SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME 155.

N° 21 (18 Novembre 1912).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SEANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1912

REGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Toute Note manuscrite d'un Membre de l'Académie ou d'une personne étrangère ne pourra paraître dans le *Compte rendu* de la semaine que si elle a été remise le jour même de la séance.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Les *Comptes rendus* ne reproduisent pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin ; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* ne contiennent ni planches, ni figures.

Dans le cas exceptionnel où des figures seraient autorisées, l'espace occupé par ces figures comptera pour l'étendue réglementaire.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 NOVEMBRE 1912.

PRÉSIDENCE DE M. LIPPMANN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie que le Tome II des *Procès-verbaux de la Classe des Sciences physiques et mathématiques de l'Institut national des Sciences et des Arts* (An XII-1807) est en distribution au Secrétariat.

M. le **Président du Bureau des Longitudes** transmet un vœu formulé par la *Conférence internationale de l'Heure*, qui prie l'Académie de bien vouloir soumettre à l'Association internationale des Académies le projet de création d'une *Commission internationale de l'Heure*.

ZOOLOGIE. — Dugastella marocana, *crevette primitive nouvelle de la famille des Atyidés*. Note de M. **E.-L. Bouvier**.

Parmi les matériaux entomologiques généreusement offerts au Muséum par M[me] du Gast à la suite de sa campagne scientifique aux environs de Mogador et d'Agadir, je viens de reconnaître une crevette d'eau douce qui mérite à tous égards d'attirer l'attention des biologistes. Cette crevette appartient à la famille des Atyidés; elle fut prise dans la source de Settat par le zoologiste de l'expédition, M. Boutarel, qui fit en même temps main basse sur quelques *Gammarus pulex* L. La capture se réduit à quatre

exemplaires; elle est d'ailleurs largement suffisante pour permettre de fixer les traits de la forme nouvelle, qui compte parmi les plus frappantes et les mieux caractérisées de la famille atyienne. Cette forme représente le type d'un genre nouveau, pour lequel je propose le nom de *Dugastella;* je l'appellerai *Dugastella marocana* pour associer au nom de l'exploratrice celui du pays exploré.

Afin de bien mettre en lumière l'importance et la signification du nouveau genre, il convient de rappeler :

1° Que les Atyidés, crevettes d'eau douce, se rattachent aux crevettes marines de la famille des Acanthéphyridés par le genre *Xiphocaris* qui présente de nombreuses branchies (12 de chaque côté) et dont toutes les pattes sont encore formées de deux rameaux, l'un interne ou endopodial qui est la patte proprement dite, l'autre exopodial et natatoire, en forme de long fouet; 2° que l'évolution de la famille se manifeste par la disparition progressive des exopodites, la réduction du nombre des branchies, le développement d'un bouquet de longues soies aux extrémités des pinces qui terminent les pattes des deux paires antérieures ou chélipèdes, et la modification de ces pinces dont la portion palmaire devient saillante à son origine et peut s'appliquer dans une échancrure carpienne correspondante; 3° que les Atyidés de la région méditerranéenne sont représentés seulement par deux espèces, ayant l'une et l'autre des carpes échancrés, la *Troglocaris Schmidti* Dormitzer qui a 8 paires de branchies de chaque côté et des exopodites sur toutes les pattes, sauf celles de la dernière paire, et l'*Atyaëphyra Desmaresti* Millet où les branchies se réduisent à 7 paires et où l'on ne trouve plus d'exopodites sur les pattes situées en arrière des chélipèdes; 4° que l'*Atyaëphyra Desmaresti* est largement répandue dans les eaux douces de toute l'Europe tempérée et du nord de l'Afrique, tandis que la *Troglocaris Schmidti* est localisée dans les cavernes obscures de la Carniole où ses pédoncules oculaires se sont réduits, où ses yeux se sont atrophiés, où ses téguments sont devenus minces et mous, perdant la rigidité qui appartient aux membres normaux de la série crustacéenne.

Ces faits étant connus, examinons les caractères génériques de notre *Dugastella*. Tout d'abord, elle présente le même nombre d'exopodites que les *Xiphocaris*, et cela suffit pour lui donner place parmi les Atyidés primitifs; toutefois, elle a beaucoup moins de branchies que les *Xiphocaris* (huit au lieu de douze) et ses exopodites sont en voie de régression manifeste, tous étant réduits et les derniers pouvant même totalement disparaître chez les mâles.

La *Dugastella* se trouve donc à un état d'évolution plus avancé que les *Xiphocaris;* par contre, elle se rapproche beaucoup des autres Atyidés primitifs, les *Xiphocaridina* qui habitent les terres indo-pacifiques, les *Syncaris* qui sont propres à la Californie, les *Palaemonias* des cavernes des États-Unis, les *Troglocaris* des cavernes de la Carniole et les *Atyaëphyra* qui sont

localisées dans la région méditerranéenne. Comme toutes ces formes, la *Dugastella* présente, plus ou moins développé, un appareil exopodial, des branchies peu nombreuses ([1]), une paire d'épines supra-orbitaires, et une forte épine mobile à la base de la fausse articulation de l'exopodite uropodial. Mais elle occupe une place tout à fait particulière dans ce groupe : les carpes de ses chélipèdes sont tous échancrés en avant, ce qui la distingue des *Xiphocaridina* et des *Syncaris* où les carpes de la paire antérieure sont seuls échancrés; ses branchies sont au nombre de huit, ce qui la distingue des *Palaemonias* et des *Atyaëphyra* où ce nombre est plus réduit ; son appareil exopodial est au complet, ce qui la rapproche des *Xiphocaridina* et des *Palaemonias*, mais l'éloigne des trois autres genres où l'appareil est plus ou moins réduit (les exopodites font défaut sur les pattes de la paire postérieure dans les *Troglocaris* et certains *Syncaris* sur les pattes des trois dernières paires dans les autres *Syncaris* et la *Atyaëphyra*); elle voisine avec les *Syncaris* en ce sens qu'elle présente une épine à l'angle antéro-inférieur de la carapace ; — enfin elle se rapproche des genres cavernicoles *Troglocaris* et *Palaemonias* par la structure de ses téguments qui sont très peu calcifiés ou pas du tout, mais elle n'est point aveugle comme les espèces de ces deux genres et sa cornée très normale est fortement pigmentée de noir.

En somme la *Dugastella* se rapproche surtout des *Syncaris* californiens, et comme ce dernier genre dérive probablement des Xiphocaridines, on pourrait la définir : une *Xiphocaridina* où les exopodites se réduisent en dimensions, où les chélipèdes des deux paires ont acquis le caractère atyien, où une épine s'est développée, comme chez les *Syncaris*, à l'angle antéro-inférieur de la carapace.

Les caractères spécifiques de la *Dugastella marocana* ne sont pas moins tranchés. La carapace est courte et se termine par un long rostre qui atteint ou dépasse l'extrémité des pédoncules antennulaires; ce rostre est en forme de sabre et présente en avant des yeux une armature bien développée : douze à quatorze spinules du côté dorsal, deux à cinq denticules du côté ventral. L'épine infra-orbitaire de la carapace est assez saillante. Les pédoncules oculaires sont très normaux; ils dépassent le milieu du premier article des pédoncules antennulaires et se terminent par une cornée

([1]) Les quatre paires d'arthrobranchies des *Xiphocaris* disparaissent dans toutes ces formes, et même dans les *Atyaëphyra*, les branchies supérieures réduites des pattes-mâchoires postérieures. C'est à tort que j'avais indiqué jadis une arthrobranchie à la base des chélipèdes antérieurs chez les *Troglocaris*.

très noire légèrement dilatée. L'acicule des antennules est étroit, fort aigu, aussi long ou un peu plus long que le premier article pédonculaire qui présente en avant et en dehors un prolongement spiniforme à peu près égal à la moitié de l'article suivant; le fouet externe des antennules est fortement dilaté sur une assez grande partie de sa longueur. L'article basal des pédoncules antennaires est armé d'une épine; l'écaille des mêmes appendices dépasse assez fortement l'extrémité des pédoncules antennulaires et présente en dehors, à quelque distance de son sommet, une pointe triangulaire assez large.

Au contraire de ce que l'on observe dans la *Troglocaris Schmidti*, la lacinie antérieure des maxilles ne proémine pas en avant de son bord spinuleux, le lobe postérieur de l'exopodite des mâchoires se termine par un long bouquet de soies, et la languette exopodiale des pattes-mâchoires antérieures s'incline assez fortement du côté interne; au surplus, comme dans les autres Atyidés primitifs, on observe un rétrécissement terminal sur l'endopodite des mâchoires et des pattes-mâchoires antérieures qui se distinguent, d'un autre côté, par le grand développement de leur lacinie externe. L'épipodite des pattes-mâchoires intermédiaires est long, branchifère; le doigt des mêmes appendices est médiocre, d'ailleurs complètement fusionné avec le propodite. Le dernier article des pattes-mâchoires postérieures est un peu plus long que l'article précédent; il se termine par une simple griffe et porte, dans sa moitié terminale, neuf ou dix paires d'épines longues et grêles.

Les pinces de la paire antérieure sont un peu plus longues que le carpe qui est fortement échancré en avant pour recevoir leur saillie palmaire; elles ne présentent pas la forte inflexion qu'on observe dans la *Troglocaris Schmidti* et leurs doigts sont un peu plus longs que la portion palmaire. Chez les femelles, l'exopodite atteint presque, ou dépasse, l'extrémité distale du méropodite; chez les mâles, il est notablement plus court. Dans les chélipèdes de la paire suivante, l'exopodite est déjà bien plus court et atteint au plus le milieu de l'ischiopodite; le corps est grêle et profondément excavé en avant, les pinces sont plus courtes que le carpe, légèrement infléchies, avec des doigts plus longs que la portion palmaire. Les pattes ambulatoires se distinguent par la brièveté de leurs exopodites qui se réduisent à de courtes lanières et qui peuvent même s'atrophier ou disparaître totalement sur la paire postérieure dans le mâle; leur méropodite est armé de deux forts éperons, leur carpe d'un éperon semblable. Dans les deux paires antérieures, le doigt égale presque le quart de la

longueur du propodite et porte six épines en arrière de la griffe terminale qui est forte et arquée; dans les pattes de la dernière paire, le doigt égale, pour le moins, le tiers du propodite, et porte une armature serrée de trente-cinq à quarante épines.

Les épimères du segment antérieur de l'abdomen sont arrondis dans les deux sexes. Les deux rames des uropodes sont subégales et bien plus longues que le telson qui se termine par une extrémité en angle obtus frangée de dix à douze fortes soies pennées; l'article basal des uropodes se prolonge en pointe.

Les quatre exemplaires, deux mâles et deux femelles, sont adultes; leur longueur varie entre 15^{mm} pour les mâles et 20^{mm} pour les femelles.

En dehors du vif intérêt qu'elle présente au point de vue de l'histoire phylogénétique du groupe, la *Dugastella marocana* mérite l'attention des évolutionnistes à cause de la calcification nulle ou très réduite des téguments qui lui donnent la plus grande ressemblance avec les espèces cavernicoles, notamment avec la *Troglocaris Schmidti*, bien qu'elle vive à ciel ouvert et qu'elle présente des yeux normaux. Cette faiblesse des téguments, cette absence presque complète de calcification doivent-elles être considérées comme des *caractères préadaptatifs* qui prédisposent l'espèce à la vie cavernicole ou faut-il voir, dans cette structure si particulière, le résultat d'un genre de vie spécial qui serait déjà plus ou moins analogue à celui des troglobies?

La première hypothèse me paraît la plus vraisemblable et tout à fait d'accord avec les vues de M. Cuénot qui a, je crois, proposé, avant tout autre, l'expression de *caractères préadaptatifs*. En effet, d'après les notes qui me sont communiquées par Mme du Gast, Settat est située dans une cuvette dont le fond est occupé par la source où furent trouvés les *Dugastella;* cette source est certainement alimentée par la même nappe souterraine que les puits creusés sur les flancs de la cuvette, car la profondeur de ces derniers augmente à mesure qu'on s'élève sur les flancs, et l'eau qu'ils fournissent présente une composition semblable; c'est une eau saumâtre qui contient $0^g,615$ de sel marin par litre, un peu moins que l'eau des puits situés en d'autres points de la Chaouïa; d'ailleurs, la source, comme les puits de la cuvette, ne tarissent pas en été. Nous sommes donc en présence d'une nappe dont l'alimentation est régulière et qui doit occuper une vaste étendue. D'un autre côté, on ne connaît pas de caverne dans la région, et la source elle-même ne semble pas caverneuse; M. Boutarel, en effet, y a capturé des Gammarides en même temps que des *Dugastella*, et ces crevet-

tines, soumises au savant examen de M. Chevreux, ont été reconnues pour des *Gammarus pulex* L. Or, le *Gammarus pulex* est une espèce qui vit en pleine lumière; on la trouve dans les sources de nos pays, où elle pullule souvent, et aussi, d'après M. Chevreux, dans les sources du nord de l'Afrique, puisqu'elle fut capturée à Tougourt par M. le professeur Raphaël Blanchard. Les exemplaires de Settat ressemblent tout à fait à ceux de nos régions : leurs yeux sont complètement normaux, leurs téguments bien calcifiés; il n'y a pas trace, dans ces crevettines, d'adaptation à la vie souterraine.

Ce n'est donc point à un commencement d'adaptation à ce genre de vie que les *Dugastella* doivent la faiblesse de leurs téguments ([1]); ce n'est pas non plus à l'absence de calcaire dans la source de Settat, car les eaux de cette source contiennent une proportion notable de carbonate de chaux ($0^g,233$ par litre) qui suffit aux *Gammarus* et devrait également suffire à notre *Dugastella*. Faut-il croire que cette dernière fut capturée tout de suite après la mue? C'est possible, mais bien peu probable, les quatre exemplaires étant au même état, l'un pourtant un peu moins décalcifié que les autres. Nous serons fixés sur ce point quand on aura fait d'autres captures dans la même source. En attendant, il y a lieu de croire que nous sommes en présence d'une espèce peu protégée par son tégument et, par là même, prédisposée à la vie cavernicole; dans un refuge souterrain, cette crevette se trouverait dans des conditions d'infériorité moins fâcheuses, perdrait sans doute ses yeux et acquerrait de la sorte une ressemblance encore plus grande avec les *Troglocaris* de la Carniole. Voilà un sujet de recherches tout indiqué aux futurs explorateurs du Maroc.

M. L.-E. **Bertin** fait hommage à l'Académie de son *Mémoire au sujet du navire à vapeur sur son cercle de giration*.

([1]) Les Crustacés cavernicoles qui sont entraînés au dehors par les sources conservent absolument tous leurs caractères de troglobies : exemple, la *Typhlocirolana fontis*, trouvée par M. Gurney, près de Biskra, en 1908. Et inversement, les Crustacés de surface entraînés dans les nappes souterraines sont rejetés avec tous leurs caractères d'animaux lucicoles : exemple, les crabes du genre *Potamon*, trouvés par M. Rolland (1894), dans les eaux artésiennes du Sahara algérien.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Correspondant pour la Section d'Économie rurale, en remplacement de M. *Arloing*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre de votants étant 49,

M. Imbeaux obtient	....	33 suffrages
M. Neumann »	....	8 »
M. Balland »	....	7 »
M. Fabre »	....	1 suffrage

M. Imbeaux, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

CORRESPONDANCE.

M. H. Omont fait hommage à l'Académie des Sciences, de la part de l'auteur, M. l'abbé Chaîne, d'un exemplaire du nouveau *Catalogue des manuscrits éthiopiens* recueillis par Antoine d'Abbadie durant ses douze années de séjour en Éthiopie (1837-1849) et déposés en 1902 par l'Académie des Sciences à la Bibliothèque nationale. Il ajoute :

« Une description raisonnée de cette précieuse collection avait été rédigée jadis par Antoine d'Abbadie lui-même et imprimée à ses frais en 1859. Mais depuis cette date notre savant et regretté Confrère n'avait cessé ses recherches sur la langue et la littérature éthiopienne, aussi le nombre des manuscrits décrits dans le nouveau Catalogue publié est-il passé de 234 à 283.

» En même temps qu'elles donneront la nomenclature de ces nouveaux manuscrits, les descriptions complètes et précises de M. l'abbé Chaîne permettront aux érudits d'apprécier exactement le contenu et l'intérêt des manuscrits éthiopiens recueillis par Antoine d'Abbadie et si libéralement mis à leur disposition par l'Académie des Sciences. »

M. **Axel Johannessen**, Secrétaire général de l'Académie des Sciences et des Lettres de Christiania; M. **Istrati**, Doyen de la Faculté des Sciences de Bucarest, adressent à l'Académie l'expression de leurs sentiments de condoléance à l'occasion de la mort de M. *Henri Poincaré*.

MM. **Houard, E. Sollaud** adressent des Rapports relatifs à l'emploi qu'ils ont fait et aux travaux qu'ils ont exécutés à l'aide des subventions qui leur ont été accordées sur le *Fonds Bonaparte*.

MM. **H. Lebesgue, A. Perot** adressent des remercîments pour les distinctions que l'Académie a accordées à leurs travaux.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Deux fascicules du *Conspectus floræ Africæ*, par Th. Durand et Hans Schinz.

2° Le fascicule II (*Observations*), année 1910, des *Annales du Bureau central météorologique*, publiées par A. Angot, Directeur du Bureau.

3° Deux fascicules de *The danish Ingolf-Expedition : Ceriantharia*, par Oskar Carlgren, et *Lamellibranchiata*, Partie I, par Ad.-S. Jensen.

4° *Leçons de Chimie*, par Henri Gautier et Georges Charpy; 5e édition, par Georges Charpy. (Présenté par M. H. Le Chatelier.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques généralisations des théorèmes de M. Picard*. Note de M. **Paul Montel**, présentée par M. Émile Picard.

1. Nous dirons qu'une famille de fonctions $f(x)$, méromorphes dans le domaine connexe D, est une famille *normale*, si, de toute suite infinie de fonctions de cette famille, on peut extraire une suite nouvelle convergeant uniformément vers une fonction méromorphe ou vers l'infini (1).

(1) Une suite infinie de fonctions $f_n(x)$ converge uniformément au point x_0 si, à chaque nombre ε, correspond un cercle de centre x_0, tel que, pour n assez grand et x

Soient m, n, p, trois entiers positifs vérifiant l'inégalité

$$\frac{1}{m}+\frac{1}{n}+\frac{1}{p}<1,$$

et supposons que les racines des équations

$$(\alpha) \qquad f(x)=0, \qquad f(x)=1, \qquad f(x)=\infty,$$

contenues dans D, aient leurs ordres de multiplicité divisibles par m pour la première équation, par n pour la seconde, par p pour la troisième; de telles racines seront dites *régulières* respectivement par rapport aux entiers m, n, p. La famille des fonctions $f(x)$, méromorphes dans le domaine connexe D où les racines des équations (α) sont régulières, est une famille normale. Cela résulte d'un théorème établi par MM. Carathéodory et Landau [1].

2. Considérons la famille $(\mathfrak{F})$ des fonctions $f(x)$ méromorphes dans le cercle C de centre $x=0$ et de rayon R, qui prennent au centre la valeur finie a_0 et telles que les racines des équations (α), intérieures à C, soient régulières. Dans le cercle concentrique à C et de rayon $\frac{R}{2}$, le nombre des pôles de chaque fonction $f(x)$ est inférieur à un nombre fixe, indépendant de R. On en conclut que :

I. *Si une fonction $f(x)$ est méromorphe dans tout le plan, il y a au moins une racine des équations (α) qui n'est pas régulière.*

Les pôles des fonctions de la famille $(\mathfrak{F})$ sont tous à l'extérieur d'un cercle concentrique à C et de rayon ρ, et le rapport $\frac{\rho}{R}$ ne dépend que de a_0, m, n, p. Dans le cercle de centre O et de rayon $\frac{\rho}{2}$, les modules des fonctions $f(x)$ sont inférieurs à un nombre fixe indépendant de R. On peut alors démontrer les propositions suivantes :

---

dans ce cercle, on ait $|f(x)-f_n(x)|<\varepsilon$ si $f(x_0)$ est fini ou $\left|\frac{1}{f(x)}-\frac{1}{f_n(x)}\right|<\varepsilon$ si $f(x_0)$ est infini. La convergence est uniforme dans un domaine D si elle est uniforme en chaque point intérieur à D.

[1] *Beiträge zur Konvergenz von Funktionenfolgen* (*Sitzungsberichte der K. K. Ak. der Wissenschaften*, 1911, p. 605).

II. *Soit*

$$f(x) = a_0 + a_1 x + \ldots,$$

le développement taylorien d'une fonction méromorphe dans le cercle C *où les racines des équations* (α) *sont régulières et supposons que* a_1 *ne soit pas nul, on a*

$$R < \frac{N(a_0)}{|a_1|}.$$

Le nombre $N(a_0)$ dépend de a_0, m, n, p seulement et demeure borné si $|a_0|$ est borné.

III. *Soit* $f(x)$ *une fonction méromorphe autour de l'origine qui est un point essentiel de cette fonction : l'une au moins des équations* (α) *a une infinité de racines non régulières, quels que soient les entiers* m, n, p *dont la somme des inverses est inférieure à l'unité.*

On peut, dans ce qui précède, remplacer les équations (α) par les équations

$$f(x) = a, \qquad f(x) = b, \qquad f(x) = c;$$

a, b, c étant trois nombres fixes différents, ou trois nombres, variables avec la fonction $f(x)$, mais tels que les ensembles des valeurs limites de ces nombres a, b ou c n'aient, deux à deux, aucun point commun. Dans le cas où $m = n = p = c = \infty$, on retrouve les théorèmes classiques de M. Picard et le théorème classique de M. Landau.

3. Considérons la famille des fonctions $f(x)$, méromorphes dans le domaine D où le nombre des racines non régulières des équations (α) ne dépasse pas l'entier fixe k : de toute suite infinie de fonctions $f(x)$, on peut extraire une suite nouvelle convergeant uniformément vers une fonction méromorphe ou vers l'infini, *sauf peut-être pour un nombre fini de points de* D. C'est une famille *quasi-normale* (¹). Les points où la convergence peut cesser sont des points limites de racines non régulières de l'une des équations (α). On est ainsi conduit à la proposition :

IV. *Soit*

$$f(x) = a_0 + a_1 x + \ldots \qquad (a_1 \neq 0)$$

le développement taylorien d'une fonction méromorphe dans le cercle C *de*

(¹) P. MONTEL, *Sur les familles de fonctions analytiques qui admettent des valeurs exceptionnelles* (*Annales de l'École Normale*, 1912, p. 503).

centre origine et de rayon R; *supposons que le nombre des racines non régulières et intérieures à* C *des équations* (α) *ne dépasse pas un entier fixe* k *et que ces racines soient à une distance de l'origine au moins égale à* θR ($0 < \theta < 1$). *Dans ces conditions, le nombre* R *vérifie l'inégalité*

$$R < \frac{N(a_0, \theta, k)}{|a_1|}.$$

$N(a_0, \theta, k)$ ne dépend que de a_0, θ, k, m, n, p et demeure borné si $|a_0|$ est borné. Dans ce dernier théorème, comme dans le théorème II, on obtient des inégalités analogues en remplaçant a_1 par un autre coefficient

$$a_n \; (n > 1, \; a_n \neq 0)$$

de la série.

L'hypothèse $m = n = p = c = \infty$ permet de retrouver un théorème que j'ai énoncé précédemment [1].

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les invariants du calcul des variations.* Note de M. **Th. de Donder**, présentée par M. Appell.

I. Dans une Note récente publiée dans ces *Comptes rendus* (séance du 23 septembre 1912), nous avons étudié certains invariants du calcul des variations; nous étendrons ces résultats au cas où $x_1, \ldots, x_n$ dépendent de *plusieurs* variables indépendantes $t_1, \ldots, t_\tau$; nous nous bornerons au cas où la fonction invariante $F(x_1, \ldots, x_n, x_1^1, x_1^2, \ldots, x_n^\tau, t_1, \ldots, t_\tau)$ ne renferme que les dérivées premières $x_1^1 \equiv \frac{\partial x_1}{\partial t_1}, \ldots, x_n^\tau \equiv \frac{\partial x_n}{\partial t_\tau}$, des x par rapport aux t.

On a l'identité

$$\delta F \equiv DF + \sum_1^\tau {}_\lambda \frac{\partial}{\partial t_\lambda} D_\lambda F,$$

où

$$DF \equiv \sum_1^n {}_s \left(F_{x_s} - \sum_1^\tau {}_\lambda \frac{\partial}{\partial t_\lambda} F_{x_i^\lambda} \right) \delta x_s \equiv \sum_1^n {}_s (s)\, \delta x_s$$

---

[1] *Sur les fonctions holomorphes qui admettent deux valeurs exceptionnelles dans un domaine* (*Comptes rendus*, 1911, 2e sem., p. 996).

et

$$D_\lambda F \equiv \sum_1^n {}_s F_{x_s^\lambda} \delta x_s \qquad (\lambda = 1, \ldots, \tau).$$

Nous remarquons que DF et les $D_\lambda F$ sont des *invariants* du groupe des transformations prolongées de $x_1, \ldots, x_n$. Nous trouvons, en outre, les $\frac{\tau(\tau+1)}{2}$ invariants différentiels

$$\sum_1^n {}_r \sum_1^n {}_s F_{x_r^\lambda x_s^\nu} \delta_1 x_r \delta_2 x_s \qquad (\lambda, \nu = 1, \ldots, \tau);$$

chacun des déterminants $H_{\lambda\nu}$ formés au moyen des $F_{x_r^\lambda x_s^\nu} (r, s = 1, \ldots, n)$ est égal au carré d'un multiplicateur du groupe (X) des transformations de $x_1, \ldots, x_n$. De ces formes différentielles quadratiques, on pourra aussi déduire une généralisation du paramètre différentiel de Lamé.

II. Supposons maintenant que $\int \ldots \int F(x_1, \ldots, x_n, x_1^1, \ldots, x_n^\tau) dt_1, \ldots, dt_\tau$ ait la *forme paramétrique* [1] (Weierstrass); pour qu'il en soit ainsi, il faut et il suffit que F soit linéaire et homogène en

$$\xi_{i_1, \ldots, i_\tau} \equiv \frac{\partial(x_{i_1}, \ldots, x_{i_\tau})}{\partial(t_1, \ldots, t_\tau)},$$

où $i_1, \ldots, i_\tau$ est une des combinaisons τ à τ des n premiers nombres entiers; autrement dit, il faut et il suffit qu'on ait

$$(1) \qquad F - \sum_{i_1, \ldots, i_\tau} \xi_{i_1, \ldots, i_\tau} F_{\xi_{i_1, \ldots, i_\tau}} \equiv 0.$$

On aura alors les identités [2]

$$(2) \qquad \sum_1^n {}_s (s) x_s^\lambda \equiv 0 \qquad (\lambda = 1, \ldots, \tau).$$

III. Supposons *en outre que* $n = \tau + 1$. Posons

$$\xi^i \equiv \frac{\partial(x_1, \ldots, x_{i-1}, x_{i+1}, \ldots, x_n)}{\partial(t_1, \ldots, t_{n-1})},$$

---

[1] On pourra consulter, pour la bibliographie, notre Mémoire : *Sur les équations canoniques de Hamilton-Volterra* (Mém. in-4°, *Acad. roy. de Belgique*, 1911; aussi chez Gauthier-Villars, Paris).

[2] Pour le cas où $n = 3$ et $\tau = 2$, voir une Note de Fujiwara (*The Tôhoku Mathematical Journal*, t. I, n° 1, 1911).

De l'identité (1), on déduit alors les identités

$$\frac{\Phi_{\xi^i \xi^k}}{\xi^i \xi^k} \equiv F_1 \qquad (i, k = 1, \ldots, n),$$

où $\Phi_{\xi^i\xi^k}$ représente le mineur (avec son signe) de $F_{\xi^i\xi^k}$ dans le déterminant formé au moyen des $F_{\xi^i\xi^k}$; la fonction F_1 est cogrédiente *au carré d'un multiplicateur* du groupe (X) des transformations de $x_1, \ldots, x_n$.

Des identités (2), on déduit les identités [1]

$$\frac{(i)}{(-1)^{i+1}\xi^i} \equiv T \qquad (i = 1, \ldots, n);$$

T est cogrédient à un *multiplicateur* du groupe (X).

Il en résulte que $\frac{T}{F_1^{\frac{1}{2}}}$ est un *invariant* de ce groupe.

A cet invariant *appliquons l'opération* D du n° I; nous obtenons ainsi un nouvel invariant, linéaire en $\delta x_1, \ldots, \delta x_n$; le déterminant formé avec les coefficients de cet invariant et avec ceux des $(n-1)$ invariants déjà obtenus $\sum_1^n {}^i F_{x_i^\lambda} \delta x_i$, fournira un *multiplicateur* du groupe (X); ce multiplicateur divisé par $F_1^{\frac{1}{2}}$ fournira un *invariant*, que nous désignerons par L. Remarquons enfin que $\frac{L}{F}$ pourra être considéré comme la généralisation de l'invariant [2] K de M. Underhill.

MÉCANIQUE. — *Le principe de relativité et la loi de variation des forces centrales*. Note de M. **Lémeray**, présentée par M. L. Lecornu.

La loi de variation en raison du carré de la distance, pour l'action qui s'exerce entre corps ponctuels en repos, peut être déduite comme une conséquence nécessaire du principe de relativité [3]. Nous nous appuierons sur le postulat suivant, qui était admis dans la Mécanique classique. Si un

(1) La fonction T a été utilisée par J. Radon (*Monatshefte für Math. und Physik*, Wien, 1911; voir spécial, p. 57).

(2) Voir notre première Communication : *Sur les invariants du calcul des variations*.

(3) Nous avons déjà énoncé ce résultat sans démonstration (*Radium*, août 1910 p. 232).

corps ponctuel C est en équilibre, en vertu des liaisons, sous l'action de forces dues à un système extérieur immobile, il restera encore en équilibre dans la même position si les éléments du système sont en mouvement, pourvu qu'en tout point fixe par rapport à C, la densité ne varie pas; ce que nous exprimerons en disant que la configuration sensible ne change pas. Toutefois, pour pouvoir appliquer le principe de relativité, nous restreindrons les mouvements relatifs à différer très peu de translations uniformes et nous aurons à spécifier par quels observateurs la configuration est envisagée.

Prenons trois axes rectangulaires OX, OY, OZ et parallèlement à OX, disposons deux charges cylindriques A, indéfinies et homogènes, de même densité linéaire et de signes contraires; leur distance est un infiniment petit d'ordre suffisant pour que l'action sur un point extérieur soit négligeable. Normalement à XOY, introduisons entre les charges un curseur cylindrique ayant, parallèlement à OX, une dimension l_0; en ce lieu, apparaît un doublet. Relions rigidement au curseur : 1° des charges B de dimensions finies; 2° un observateur $O_{B'}$; 3° des surfaces fermées S. Des charges ponctuelles C sont assujetties à demeurer sur les surfaces S. Quand tout est au repos, chaque C prend une position d'équilibre sous l'action des forces dues aux B, aux autres corps C et au doublet.

Maintenons les charges A immobiles dans le sens OX et déplaçons tout le système lié au curseur suivant OX avec une vitesse v dont le rapport à la vitesse de la lumière dans le vide est λ. Pour O_B, la configuration géométrique des diverses surfaces limitant les corps ne change pas. Pour que la configuration sensible ne varie pas, *il faut préalablement dilater les charges* A *suivant* OX *dans le rapport* $\frac{1}{\sqrt{1-\lambda^2}}$ (¹). D'après le postulat, les C ne se déplaceront pas sur les surfaces S. On tire de là, par application du théorème des travaux virtuels, que les forces exercées par les charges A, immobiles dans le sens OX, doivent subir la même transformation que les forces dues aux B et aux C. Or, on sait que les nouvelles valeurs de ces dernières sont telles que leurs valeurs apparentes, pour O'_B, soient les mêmes que lors du repos. Il en sera donc de même pour les forces dues aux A ou simplement au doublet, puisque les parties situées de part et d'autre du curseur sont sans action. Nous n'avons qu'à calculer la force exercée par une des charges libérées q_0. Faisons passer l'axe OX par cette charge et le plan

(¹) *Revue des Sciences*, t. IV, 15 mars 1912, p. 176.

XOY par l'un des corps C. Soient, lors du repos, $(\xi - x)_0$, η_0, r_0 les composantes et le module du vecteur MC, où M est le point occupé par q_0, $\psi(r_0)$ le potentiel. Posons

$$r_0 \psi(r_0) = \varphi(r_0), \tag{1}$$

les composantes (réelles et apparentes) sont

$$X_0 = \frac{q_0}{r_0^2}(\xi - x)_0 \left[\frac{d\varphi(r_0)}{dr_0} - \frac{\varphi(r_0)}{r_0}\right], \qquad Y_0 = \frac{q_0}{r_0^2}\eta_0 \left[\frac{d\varphi(r_0)}{dr_0} - \frac{\varphi(r_0)}{r_0}\right].$$

Passons au cas du mouvement. Tenons compte du changement apporté à la densité et de la contraction longitudinale imposée au curseur par la translation. Sa dimension suivant OX est $l_0\sqrt{1-\lambda^2}$. La charge libérée n'est plus que $q_0(1-\lambda^2)$.

D'autre part, le dispositif décrit réalise le cas de charges disparaissant d'un lieu pour apparaître au lieu voisin, sans qu'elles aient une vitesse effective, ce qui serait d'une réalisation impossible si l'on en considérait une seule. Nous aurons alors la force exercée par l'une d'elles *au moyen du potentiel scalaire seul*. D'après des formules établies antérieurement [1], et en tenant compte de (1), on a les composantes

$$X_2 = \frac{q_0}{r_0^2}(\xi - x)\left[\frac{1}{\sqrt{1-\lambda^2}}\frac{d\varphi(R)}{dR} - \frac{\varphi(R)}{r_0}\right] - q_0 \frac{\lambda}{\sqrt{1-\lambda^2}}\frac{1}{r_0}\frac{d\varphi(R)}{dR},$$

$$Y_2 = \frac{q_0}{r_0^2}\eta_0\left[\frac{1}{\sqrt{1-\lambda^2}}\frac{d\varphi(R)}{dR} - \frac{\varphi(R)}{r_0}\right]\sqrt{1-\lambda^2},$$

avec

$$R\sqrt{1-\lambda^2} = r_0 + \lambda(\xi - x)_0. \tag{2}$$

Soient X'_2, Y'_2 les composantes apparentes pour O_B. On sait que

$$X'_2 = X_2, \qquad Y'_2 = \frac{Y_2}{\sqrt{1-\lambda^2}}.$$

Prenons r_0 et R pour variables indépendantes; remplaçons $(\xi - x)_0$ par sa valeur tirée de (2) et écrivons que les valeurs apparentes sont les mêmes dans les deux cas, c'est-à-dire $X_0 = X'_2$, $Y_0 = Y'_2$. Cela donne les deux équa-

(1) *Congrès de Bruxelles* (septembre 1910), p. 256.

tions de condition

$$\frac{d\varphi(r_0)}{dr_0} - \frac{\varphi(r_0)}{r_0} = \frac{1}{\sqrt{1-\lambda^2}} \frac{d\varphi(R)}{dR} - \frac{\varphi(R)}{r_0} \frac{\lambda^2 r_0}{\sqrt{1-\lambda^2}[R\sqrt{1-\lambda^2}-r_0]} \frac{d\varphi(R)}{dR},$$

$$\frac{d\varphi(r_0)}{dr_0} - \frac{\varphi(r_0)}{r_0} = \frac{1}{\sqrt{1-\lambda^2}} \frac{d\varphi(R)}{dR} - \frac{\varphi(R)}{r_0},$$

pour déterminer la fonction φ. Pour qu'elles ne soient pas incompatibles, il faut que le dernier terme du second membre de la première soit nul; comme le facteur en λ, r_0, R ne peut être nul en général, il faut avoir $\varphi'(R) = 0$. On vérifie ensuite immédiatement que cette valeur réduit les équations à des identités. Il y a donc une solution et une seule,

$$\psi(R) = \frac{\text{const.}}{R},$$

contenant une constante arbitraire.

Les mêmes conclusions s'appliquent si l'on considère un espace euclidien à n dimensions. Si, dans ce cas, on s'impose la condition que la divergence de la force soit proportionnelle à la densité, on trouve, au contraire, que la force doit varier en raison inverse de la puissance $n-1$ de la distance. L'espace à trois dimensions est le seul dans lequel puissent exister une loi de force satisfaisant aux principes admis et une substance dont la densité soit proportionnelle à la divergence de la force.

PHYSIQUE. — *Sur un galvanomètre amorti à aimant mobile.* Note de M. Ch. Féry, présentée par M. Villard.

On peut considérer un galvanomètre comme un moteur de très faible puissance, dont le travail est employé à tordre le fil de suspension.

L'unité angulaire de déviation (1^{mm} sur une échelle à 1^{m}) sera obtenue avec une dépense d'énergie électrique d'autant plus faible que le torque du fil sera moindre et que le rendement électrique du moteur magnéto-électrique (aimant et bobine) sera lui-même plus élevé.

Ce rendement est très élevé dans les galvanomètres à bobine mobile, mais le torque de la suspension est d'autre part toujours assez grand. Dans ces appareils, la sensibilité est limitée par l'amortissement qui peut prendre une valeur excessive.

Dans les galvanomètres à aimant mobile, au contraire, l'amortissement

dû aux courants induits par les déplacements des aiguilles est toujours insuffisant et force à recourir à un amortissement auxiliaire.

Il m'a semblé que, si l'on parvenait à augmenter l'amortissement propre du galvanomètre, en l'amenant à sa valeur critique, on augmenterait égale-

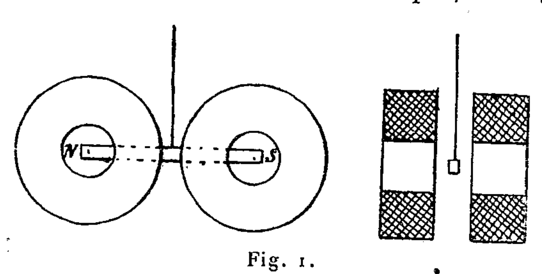


Fig. 1.

ment la sensibilité ou, en d'autres termes, on diminuerait la dépense électrique nécessaire pour obtenir l'unité de déviation angulaire.

Dans tous les galvanomètres actuels à aimant mobile, le fil de la bobine entoure les deux pôles de l'aimant, de sorte que la spire intérieure doit avoir au moins comme diamètre la longueur du barreau.

Il n'en est plus de même si l'un des pôles seulement est soumis à l'action de la bobine.

Dans ce cas, on comprend facilement que, pour un déplacement donné du pôle, la

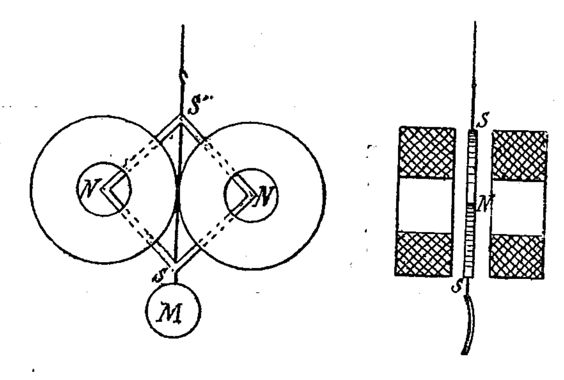


Fig. 2.

variation de l'angle solide, sous-tendu par le pourtour du feuillet magnétique, est d'autant plus grande que ce feuillet est de plus petit diamètre.

Il en résulte deux avantages immédiats : 1° augmentation de la force contre-électromotrice due au déplacement de ce pôle ; 2° diminution de résistance de la spire considérée.

Ces deux causes font que, mise en court circuit, la bobine se trouve parcourue, pendant le déplacement de l'aimant, par des courants assez intenses pour produire un amortissement important.

La réalisation de ces conditions peut s'obtenir simplement en plaçant chaque pôle de l'aimant suspendu entre deux paires de bobines plates assez rapprochées pour constituer sensiblement un solénoïde unique (*fig.* 1).

La figure 2 montre une des formes qu'on peut donner à un équipage astatique; il est constitué par la réunion de quatre barreaux identiques réunis deux à deux par leurs pôles de même nom.

Un galvanomètre d'essai, monté ainsi (*fig.* 2), donne 1^{mm} à 1^{m} pour un courant de 8×10^{-10} ampère; la résistance des quatre bobines en série n'est que de 2 ohms. Chaque bobine dont le diamètre extérieur est de 12^{mm} porte 160 tours de fil de $0^{mm},5$. La durée de l'oscillation est de 15 secondes. L'emploi d'une cuirasse et d'un fil de quartz permettra sans doute de perfectionner encore l'instrument.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Nouveau réactif du chlore et du brome libres et combinés.* Note de MM. G. DENIGÈS et L. CHELLE, présentée par M. Charles Moureu.

Depuis la Note publiée par l'un de nous (¹) sur une réaction très sensible et caractéristique du brome libre, nous avons eu connaissance d'un travail récent du professeur Guareschi (²), qui a trouvé les mêmes faits.

Ayant continué ces recherches, et étant arrivés à des résultats nouveaux non signalés par l'auteur italien et qui résolvent la question quantitative (³), nous nous hâtons de les faire connaître, et nous allons montrer que non plus le réactif de Schiff, seul visé par M. Guareschi, mais bien la fuchsine préalablement décolorée par SO^4H^2, non seulement se prête, comme la fuchsine bisulfitée, à l'identification de très faibles quantités de brome et, bien mieux qu'elle, à la diagnose du chlore libre, mais encore constitue le réactif le plus

(¹) *Comptes rendus*, 14 octobre 1912.

(²) *Atti della R. Ac. delle Scienze di Torino*, t. XLVII, mai et juin 1912; *Chemisches Centralblatt*, Bd. 2, 1912, p. 635 et 867, et *Journ. of the Chem. Society*, t. CII, 1912, p. 989.

(³) Cette détermination quantitative, mais par le réactif de Schiff et non par le nôtre, avait déjà fait l'objet des préoccupations et peut-être de projets du professeur Guareschi, qui a écrit dans sa première Note (*loc. cit.*) « forse potra diventare un metodo di determinazione quantitativa dei bromuri in presenza di grandi quantita di cloruri e di ioduri »; mais ajoutons qu'aucune publication du savant italien, postérieure à cet écrit, n'indique qu'il soit arrivé à mettre ce projet en réalisation.

sensible et le plus sûr pour *doser* les moindres traces du premier de ces métalloïdes, dans des conditions d'extrême simplicité et dans les circonstances les plus variées. Elle permet ainsi, entre autres recherches, d'aborder la détermination courante du brome combiné, dans les eaux naturelles, problème resté jusqu'à ce jour d'une réalisation laborieuse.

Réactif. — On le prépare en versant dans 100^{cm^3} d'acide sulfurique au $\frac{1}{20}$, en volume, 10^{cm^3} d'une solution de fuchsine au $\frac{1}{1000}$ (¹). Le mélange se décolore peu à peu. En moins de 1 heure, il est prêt pour l'emploi et est inaltérable : nous le désignerons, dans ce qui va suivre, par la lettre R.

Opération : 1° *Cas du chlore et du brome libres.* — On prépare, à l'avance, un mélange de 25^{cm^3} de R, de 25^{cm^3} d'acide acétique pur et de 1^{cm^3} d'acide sulfurique. A 5^{cm^3} du liquide L ainsi obtenu, versés dans un tube à essai, on ajoute 1^{vol} variant de une goutte à plusieurs centimètres cubes de la solution essayer, et l'on agite. Le mélange prend une coloration jaune avec le chlore, rouge violet avec le brome ; si l'on l'agite très vivement avec 2^{cm^3} de chloroforme, ce dissolvant se colore en jaune dans le premier cas, dès que la dose du métalloïde atteint $0^{mg},05$ dans la prise d'essai, en rouge violet avec le brome, même pour des quantités dix fois moindres. Dans les deux cas (sauf s'il y a excès de chlore), la matière colorante se partage entre les deux dissolvants. L'addition de 3^{vol} d'eau environ dans le cas du chlore de 1^{vol} de ClH étendu à moitié dans celui du brome, rompt le partage aux dépens de la couche aqueuse, qui se décolore presque.

Avec le brome, la couche chloroformique présente les deux bandes d'absorption déjà décrites par l'un de nous (*loc. cit.*), et dont la plus intense, dans le jaune, correspond dans son milieu au $\lambda = 580$.

Si le chlore et le brome, au lieu d'être dissous, sont en vapeurs suffisamment concentrées, on les capte sur une goutte de lessive de soude portée, d'abord, dans l'atmosphère à explorer, à l'aide d'une baguette de verre, puis dans 5^{cm^3} de L. Si ces vapeurs sont diffusées, on les fait traverser une petite quantité d'eau alcaline, qu'on ajoute ensuite au réactif. Dans les deux cas, les métalloïdes transformés en $XM + XOM$ sont régénérés au contact de l'acide du réactif et l'on observe les réactions plus haut indiquées.

2° *Cas du brome et du chlore combinés.* — Nous n'examinerons ici que le cas des combinaisons métalliques binaires, auxquelles on peut aisément ramener toutes les autres.

Premier procédé. — L'iode étant préalablement éliminé par les persels de fer, à chaud, on libère le brome par $SO^4H^2 + CrO^4K^2$. Dans l'atmosphère gazeuse, on

(¹) On pourrait le préparer encore en remplaçant, dans la formule précédente, les 5^{cm^3} de SO^4H^2 pur par 20^{cm^3} de HCl pur ($D = 1,18$). Seulement, ce dernier réactif ne peut servir à la recherche directe du chlore combiné.

capte le brome en y promenant l'extrémité, imbibée de soude, d'une baguette de verre, qu'on met ensuite en contact avec le réactif L, comme il est dit précédemment. On opère de même pour le chlore, après avoir éliminé I et Br par le mélange sulfochromique à chaud ; on ajoute MnO^4K et l'on capte par la soude le chlore libéré.

Deuxième procédé. — Ayant constaté qu'on pouvait mélanger notre réactif R avec les persels de fer ou un mélange sulfochromique ou sulfomanganique, sans l'altérer, nous avons adopté un mode opératoire très simple, surtout intéressant pour la recherche immédiate des moindres traces de bromures en présence de très grandes quantités de chlorures, et qui nous a permis, précisément, de résoudre le problème quantitatif auquel nous faisions allusion plus haut. Nous allons l'indiquer en l'appliquant, par exemple, à une eau naturelle, telle qu'une eau marine.

A 5^{cm^3} de l'eau à essayer, on ajoute $0^{cm^3},2$ de ClH ($D = 1,18$ environ), 1^{cm^3} de SO^4H^2 concentré, 1^{cm^3} de R et $0^{cm^3},2$ d'une solution à 10 pour 100 de CrO^4K^2. On agite après chaque addition, et l'on ajoute 1^{cm^3} de chloroforme, puis on agite très vivement pendant une demi-minute.

Si l'eau renferme au moins 1^{mg} de brome combiné par litre, le chloroforme se dépose coloré en violet ; avec les eaux marines, il est habituellement d'un rouge violet intense. On opérerait de même avec le produit de lixiviation aqueuse de sels minéraux ou de résidus d'incinération de corps organiques où l'on désirerait déceler le brome.

Quand ces liquides renferment simultanément de l'iode, 1 goutte de bisulfite de soude dilué (ou plus, si c'est nécessaire) l'enlève au chloroforme, tout en réduisant le chromate, mais sans toucher au dérivé coloré bromé.

En faisant des essais comparés avec des étalons bromurés, on arrive très vite à obtenir des dosages colorimétriques exacts. C'est ainsi qu'en quelques minutes, nous avons pu constater que l'eau du bassin d'Arcachon renferme, à l'état de bromure, $0^g,060$ de brome par litre; celle du Fayet-Saint-Gervais, $0^g,014$; celle de Châtel-Guyon (Gubler), $0^g,006$; celle de la Bourboule (Choussy), $0^g,004$.

Ces recherches sont si rapides qu'elles peuvent même faire l'objet de démonstrations publiques; nous les poursuivons d'ailleurs, notamment au point de vue hydrologique.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Éthers-sels dérivés des cyclanols et des acides forméniques.* Note de MM. **J.-B. Senderens** et **Jean Aboulenc**, présentée par M. G. Lemoine.

Nous avons indiqué, dans une Note précédente ([1]), comment en se ser-

([1]) J.-B. Senderens et Jean Aboulenc, *Comptes rendus*, t. 155, 8 juillet 1912, p. 168.

vant de l'acide sulfurique comme catalyseur, on arrive facilement à éthérifier les cyclanols par les acides forméniques, tout en évitant la production des cyclènes, ou du moins en rendant cette production négligeable.

Ce procédé nous a permis de préparer, en quantité notable et dans un très grand état de pureté, de nombreux éthers hydrocycliques, soit avec les acides forméniques, soit avec les acides aromatiques.

Nous décrirons, dans cette Note, ceux que nous avons obtenus en éthérifiant, par les acides forméniques, le cyclohexanol et les méthylcyclohexanols, ortho, méta et para.

Les éthers-sels ainsi préparés sont des liquides incolores, ne s'altérant pas à la lumière, sauf les éthers de la série ortho qui jaunissent à la longue. Ils ont une odeur agréable, surtout les formiates et les acétates, qui rappellent, les premiers, l'odeur des carbures hydro-aromatiques, et les seconds une odeur de fruit avec une pointe d'anis.

Parmi ces éthers, plusieurs ne paraissent pas avoir été signalés, et, pour ceux qui ont été décrits, nous avons trouvé des constantes physiques souvent très différentes de celles qu'on leur avait assignées. Par ailleurs la série des 24 éthers que nous avons préparés nous a permis de découvrir, entre ces constantes, des relations très simples, analogues à celles qu'on connaissait déjà dans les séries grasse et aromatique, et qui se dégageront des Tableaux où nous avons réuni les points d'ébullition et les densités de ces éthers.

Points d'ébullition. — Ils ont été pris sous une pression qui a varié de 750^{mm} à 753^{mm}, et ont subi la correction de la tige thermométrique :

		Méthylcyclohexyle.		
	Cyclohexyle.	Ortho-	Méta-	Para-
Formiate......	162°,5	173°	176°,5	177°,5
Acétate.......	174	184,5	187,5	188,5
Propionate....	193	203	206	207
Butyrate......	212	221,5	224,5	225,5
Isobutyrate....	204	212,5	215	216
Isovalérate....	223	231,5.	234	235

A l'inspection de ce Tableau, on remarque que le point d'ébullition s'élève, pour chaque acide :

De 8°,5 à 11°,5 des éthers du cyclohexyle aux éthers de l'orthométhylcyclohexyle provenant du même acide ;

De 2°,5 à 3°,5, des éthers de l'ortho aux éthers du méta ;

De 1° des éthers du méta aux éthers du para.

On remarque en outre que, pour un même alcool, le point d'ébullition s'élève de 18°,5 à 19°, pour chaque groupe CH^2, introduit dans l'acide, en passant, par exemple, des acétates aux propionates, ou bien de l'isobutyrate à l'isovalérate. Les formiates font exception à cette règle.

Enfin les isobutyrates ont un point d'ébullition inférieur de 8° à 9°,5 à celui des butyrates correspondants.

Densités D_4^0 :

	Cyclohexyle.	Méthylcyclohexyle. Ortho-	Méta-	Para-
Formiate........	1,0057	0,9813	0,9775	0,9761
Acétate.........	0,9854	0,9636	0,9592	0,9578
Propionate......	0,9718	0,9548	0,9509	0,9492
Butyrate........	0,9572	0,9443	0,9403	0,9386
Isobutyrate......	0,9489	0,9364	0,9318	0,9304
Isovalérate......	0,9425	0,9316	0,9275	0,9262

Contrairement aux points d'ébullition, les densités diminuent, dans les éthers hydrocycliques, quand on passe de l'acide générateur à ses homologues supérieurs. Elles diminuent également en passant, pour un même acide, du cyclohexanol à l'orthométhylcyclohexanol et puis de celui-ci au méta et ensuite au para. Ces différences de densité sont loin d'offrir la même régularité que celle des points d'ébullition. Elles se prêtent néanmoins à des constatations qu'il serait trop long d'exposer ici et qui trouveront leur place dans un autre recueil.

Indices de réfraction. — Tous ces éthers ont des indices de réfraction extrêmement voisins et parfois identiques, comme le montrent les valeurs de n_D^{18} pour les éthers suivants dérivés des méthylcyclohexanols :

	Méthylcyclohexyle. Ortho-	Méta-	Para-
Propionate......	1,444	1,442	1,4425
Butyrate........	1,445	1,4435	1,443
Isobutyrate......	1,441	1,440	1,4395
Isovalérate......	1,444	1,4425	1,4425

On voit, d'après ce Tableau, que les indices n_D^{18}, dans la série ortho, sont supérieurs aux indices des termes correspondants de la série méta, et que cette dernière série et la série para présentent, pour des éthers issus d'un même acide, des indices identiques ou peu différents.

CHIMIE PHYSIQUE. — *La chaleur spécifique des corps à basse température.* Note de M. **Jacques Duclaux**, présentée par M. Villard.

Des recherches récentes ont montré que tous les corps s'écartent à basse température de la loi indiquée par Dulong et Petit, d'après laquelle la chaleur spécifique atomique des éléments solides et liquides est égale à 6 environ. En effet, la chaleur spécifique diminue très rapidement au voisinage de — 200° et semble devenir nulle au zéro absolu. Une théorie, proposée par Einstein, a cherché à rendre compte de cette diminution, qu'elle rattache à la théorie du rayonnement.

Une cause possible, et très différente, de la variation des chaleurs spécifiques semble avoir été négligée jusqu'ici. Les éléments qui, à la température ordinaire, s'écartent le plus de la loi de Dulong et Petit, sont le carbone (chaleur atomique du diamant 1,35, du graphite 1,92), le bore (3,3) et le silicium (4,7). Or ces éléments, et particulièrement le diamant, sont ceux que les chimistes considèrent comme étant le plus fortement polymérisés. On peut étendre cette remarque aux corps composés, et se demander s'il n'y a pas là un fait général, et si la diminution de la chaleur spécifique à basse température ne peut pas être due simplement à une polymérisation de plus en plus avancée. La Chimie apprend, en effet, que les phénomènes de polymérisation sont extrêmement généraux, et l'étude de ces phénomènes rend très vraisemblable la supposition que la plupart des corps, sinon tous, sont fortement polymérisés à basse température.

Si l'on admet cette hypothèse, il reste à expliquer comment la chaleur spécifique peut dépendre du degré de polymérisation. Cette dépendance n'est pas évidente et semble même contredite par l'expérience : la polymérisation d'un corps n'est, en effet, que la combinaison de ce corps avec lui-même, c'est-à-dire un phénomène très semblable à la combinaison d'un corps avec un autre, et l'union de deux corps ne change pas en général la chaleur spécifique. D'après cela, la polymérisation d'un corps ne devrait pas influer sur la chaleur spécifique. Mais il faut remarquer que la Chimie distingue plusieurs espèces de liaisons, suivant qu'il y a échange d'une ou de plusieurs valences ou formation de chaînes fermées ou complexes. Ces liaisons ne sont pas en général équivalentes au point de vue des propriétés additives, et doivent l'être d'autant moins au point de vue de la chaleur spécifique que le degré de liberté d'un assemblage joue un rôle important dans la détermination de sa chaleur spécifique. En fait, nous constatons que le bore, le silicium et le carbone, tri- ou tétravalents, se signalent par la petitesse de leur chaleur spécifique, ainsi que leurs composés (Si C, chaleur moléculaire 6,5 au lieu de 12,8; B^6C, 18 au lieu de 45). On sait d'ailleurs que la notion de valence n'est pas simple, et qu'un élément monovalent à la tempéra-

ture ordinaire peut être trivalent à $-200°$; de même que l'or, trivalent à 0°, devient monovalent à $+300°$.

Il est donc possible d'expliquer, par la polymérisation, la variation de la chaleur spécifique avec la température. Cette explication présente d'autre part l'avantage qu'elle permet des déductions relatives à d'autres propriétés physiques (conductibilité calorifique, fusibilité et volatilité, dureté). J'indiquerai immédiatement une déduction d'un autre genre. A très basse température, la quantité de chaleur nécessaire pour augmenter l'énergie de mouvement des molécules très complexes devient négligeable vis-à-vis de celle qui est employée à les dissocier, par la rupture des liaisons qui unissent les atomes. Celle-ci est égale au produit du nombre des ruptures par un certain facteur h, représentant la dépense d'énergie correspondant à chacune. Il en résulte nécessairement qu'à très basse température une masse déterminée d'un corps quelconque ne peut recevoir d'énergie par une voie réversible que par multiples entiers d'une certaine quantité h. C'est là, avec l'avantage d'une signification physique très simple, une conception qui n'est pas sans analogie avec celle des *quanta* de Planck.

PHYSICO-CHIMIE. — *Sur la photolyse du saccharose par les rayons ultraviolets.* Note de MM. **Daniel Berthelot** et **Henri Gaudechon**, présentée par M. E. Jungfleisch.

Les sucres complexes (polyoses) peuvent être regardés comme résultant de l'union avec élimination d'eau de deux ou plusieurs molécules de sucres simples (monoses) qu'ils peuvent régénérer par hydrolyse. Tels sont le saccharose (glucose + lévulose), le maltose (glucose + glucose), etc.

En général, les polyoses ne sont pas immédiatement fermentescibles, ni assimilables par les animaux ou végétaux, mais ils le deviennent après avoir été dédoublés par hydrolyse sous l'influence de diastases.

Nous avons étudié, il y a deux ans (*Comptes rendus*, t. 151, p. 395), deux polyoses typiques, en solution aqueuse, le saccharose et le maltose, et constaté que la photolyse du maltose donnait le même mélange gazeux que celle du glucose; et que la photolyse du saccharose donnait les gaz du mélange de glucose et de lévulose. Nous en avons conclu que les rayons ultraviolets dédoublaient par hydrolyse le saccharose en glucose et lévulose, et le maltose en glucose et glucose, et décomposaient ensuite les mélanges de monoses ainsi formés. Ces résultats ont été confirmés depuis

de divers côtés, mais au lieu d'admettre que le dédoublement des polyoses et le dégagement gazeux consécutif étaient dus à la lumière, plusieurs auteurs ont préféré y voir des actions secondaires de nature chimique, provoquées par l'apparition des acides dans la liqueur.

Nos premières expériences ne tranchaient pas la question, ayant été faites (comme celles de tous nos successeurs) avec des rayons ultraviolets de longueur d'onde relativement courte qui rendent les liqueurs acides. Nous avons repris cette étude en faisant agir des vibrations ultraviolettes plus lentes. Nous avons pu constater, dans les solutions irradiées et encore neutres de polyoses, un premier stade caractérisé par un dédoublement sans dégagement gazeux (tandis que, pour les monoses, ce dégagement est presque immédiat), puis un second stade, caractérisé par un dégagement de gaz régulier. La dégradation des polyoses se fait donc par les mêmes stades successifs dans le cas de la lumière et dans celui des ferments.

Nous avons exposé les solutions à l'irradiation de lampes à mercure en quartz, derrière des écrans de verre de $0^{mm},14$ d'épaisseur, décrits précédemment, qui laissent passer l'*ultraviolet moyen* jusqu'à $0^{\mu},25$.

Monoses. — Les sucres aldéhydiques (glucose, mannose, galactose) dégagent 2^{vol} CO et 1^{vol} H^2, comme si la fonction aldéhyde COH était seule gazéifiée; les solutions restent neutres. Les sucres cétoniques (lévulose et autres) donnent du gaz CO pur, comme si la fonction cétone CO était seule gazéifiée; leur dégagement gazeux est beaucoup plus rapide et abondant que celui des aldoses.

Saccharose. — 10^{cm^3} d'une solution aqueuse à 10 pour 100 de saccharose bien purgée d'air ont été placés dans un flacon plat de quartz, de $0^{mm},8$ d'épaisseur de parois, de forme rectangulaire (70^{mm} de haut, 50^{mm} de large, 3^{mm} d'épaisseur intérieure), renversé sur le mercure, puis exposés à 12^{mm} d'une lampe à mercure Westinghouse, 220^{volts}, en régime réduit ($3^{amp},8$ sous 80^{volts} aux bornes). La lumière était tamisée par deux lames de verre de $0^{mm},14$. La température était maintenue à 60° par des mèches arrosées d'eau. Au bout de 6 heures, il n'y avait pas encore de gaz, tandis qu'en l'absence d'écran, le dégagement est déjà notable au bout d'une demi-heure. 2^{cm^3} sont prélevés à ce moment : la solution est restée neutre, mais réduit à chaud la liqueur de Fehling ; elle ne réduit pas à froid l'azotate d'argent ammoniacal.

On continue l'irradiation sur les 8^{cm^3} de solution restante. 2 heures plus tard, le dégagement gazeux commence et progresse régulièrement pendant l'heure suivante. On prélève alors 5^{cm^3} de solution qu'on titre avec la liqueur de Fehling ; la dose de sucre interverti s'élève à $0^{g},56$ pour 100^{cm^3}. L'irradiation est encore prolongée 3 heures sur les derniers 3^{cm^3} de solution ; on recueille enfin $0^{cm^3},43$ de gaz, formés de $0^{cm^3},41$ CO et $0^{cm^3},02$ H^2, sans trace de CO^2 ni de CH^4. La grande prédominance de CO tient à ce que le lévulose est plus rapidement décomposé que le glucose. La solu-

ion est encore neutre; elle n'agit pas à froid sur la liqueur de Fehling, mais réduit légèrement à froid AzO^3Ag ammoniacal.

Dans un autre essai on a suivi comparativement les volumes des gaz dégagés par 2^{cm^3} de solution à 10 pour 100 de galactose et de saccharose placés à 12^{mm} derrière une lamelle de verre de $0^{mm},14$. Le gaz apparaît dans le galactose au bout d'un quart d'heure, dans le saccharose au bout de 6 heures seulement. Au bout de 10 heures le volume gazeux du galactose est égal à 1,6 fois celui du saccharose; au bout de 20 heures, ce rapport est renversé par suite de la décomposition plus abondante du lévulose qui s'est formé dans le tube de saccharose, dont le volume gazeux est devenu égal à 1,5 fois celui du galactose; au bout de 38 heures, le volume pour le saccharose atteint $2^{cm^3},08$ (0,91 CO; 0,06 H^2; 0,03 CO^2) contre $0^{cm^3},79$ pour le galactose (0,67 CO; 0,33 H^2). Dans cette expérience prolongée et faite derrière un seul écran de verre, la dégradation du saccharose est plus avancée que dans la précédente; la dose d'hydrogène venant du glucose est plus forte; de plus la solution est légèrement acide (ce qui concorde avec l'apparition de CO^2 dans les gaz) et réduit à froid la liqueur de Fehling et AzO^3Ag ammoniacal. Notons enfin, qu'avec des mélanges de glucose et de lévulose on n'observe pas de retard au dégagement gazeux.

Les expériences précédentes sont confirmées par celles faites dans l'*ultraviolet solaire* ($\lambda > 0^{\mu},3$). Des solutions à 10 pour 100 de saccharose et de galactose ont été exposées à plusieurs reprises sur la terrasse d'une tour à Meudon, en tubes de quartz mince, pendant 6 à 12 mois, en 1910, 1911 et 1912. Le dégagement gazeux du galactose commence au bout de 5 à 7 semaines, mais s'arrête en automne; celui du saccharose ne commence qu'au bout de 4 à 5 mois, mais continue en automne et hiver (comme celui du lévulose) et dépasse celui du galactose. Il est formé de CO presque pur. Pour déceler de faibles altérations, la méthode d'analyse gazeuse que nous employons est beaucoup plus sensible que les méthodes ordinaires, chimique ou polarimétrique.

Enfin, quand on fait agir des sources riches en *ultraviolet extrême*, l'inversion des polyoses et le dégagement gazeux sont plus rapides, et la séparation des deux phases de la photolyse plus délicate; les fonctions alcooliques des aldoses et des cétoses s'attaquent avec dégagement croissant de gaz hydrogène; les solutions deviennent acides et réductrices à froid des liqueurs cuivrique et argentique; avec l'acidité apparaît le gaz carbonique; puis le méthane, qui est un gaz de dégradation avancée. 2^{cm^3} de solution de sacharose à 10 pour 100 donnent en 7 heures avec une lampe Westinghouse 220^{volts} en régime réduit ($3^{amp},7$ et 60^{volts} aux bornes) à 12^{mm} de distance, $1^{cm^3},68$ de gaz (0,68 CO; 0,27 H^2; 0,05 CO^2). Avec une lampe Heraeus 110^{volts} à amalgame en régime normal ($1^{amp},7$ et 85^{volts}), à 12^{mm}, les tubes étant maintenus à 35°, on a eu en 4 heures $0^{cm^3},69$ de gaz (0,55 CO; 0,35 H^2; 0,08 CO^2; 0,02 CH^4). Avec une lampe Heraeus 110^{volts} à mercure en régime poussé ($3^{amp},2$ et 90^{volts}), en laissant la température monter à 80°-90°, et l'irradiation s'exercer en grande partie sur la vapeur d'eau, on a trouvé la teneur 0,39 CO; 0,40 H^2; 0,14 CO^2; 0,07 CH^4.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Transformation d'un alcool en sulfure ou en peroxyde, au moyen de l'hydrogène sulfuré ou de l'eau oxygénée.* Note de M. **R. Fosse**, présentée par M. E. Roux.

Nous avons été conduit à découvrir ces deux curieuses réactions au cours de recherches biologiques ayant pour but la précipitation de l'urée, au moyen du *xanthydrol*, dans des liqueurs contenant soit des sulfures (hydrolyse alcaline de la laine), soit de l'eau oxygénée (utilisée comme agent d'oxydation). Le xanthydrol prend, dans ces conditions, la frappante allure d'une base minérale, comme le dinaphtopyranol, ainsi que nous l'avons établi dans d'autres circonstances : il déplace les deux atomes d'hydrogène du sulfure et du peroxyde d'hydrogène et les remplace par son propre radical.

$$H^2S\begin{cases}+\,2\left[O\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle CH\right]OH = \left[O\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle CH\right]^2 \mathbf{S} + 2H^2O\\ +\,2\ KOH = K^2\mathbf{S} + 2H^2O\end{cases}$$

$$H^2\mathbf{O}^2\begin{cases}+\,2\left[O\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle CH\right]OH = \left[O\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle CH\right]^2 \mathbf{O}^2 + 2H^2O\\ +\ Ba\left\langle\begin{matrix}OH\\OH\end{matrix}\right. = Ba\mathbf{O}^2 + 2H^2O\end{cases}$$

Il est possible que la formation du sulfure et du peroxyde soit précédée de celle de corps intermédiaires, encore inconnus, qui seraient, le sulfhydrate et l'hydroperoxyde de xanthyle, engendrés ainsi qu'il suit :

$$O\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^7H^4\end{matrix}\right\rangle CH - \boxed{OH + H} - SH = H^2O + O\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle CH - SH$$

$$O\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle CH - \boxed{OH + H} - OOH = H^2O + O\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle CH - OOH$$

Leur condensation avec une molécule de xanthydrol conduirait finalement aux deux corps décrits dans cette Note :

$$O\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle CHS - \boxed{H + HO} - CH\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle O$$
$$= H^2O + O\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle CH - S - CH\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle O$$

$$O\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle CH - O - O - \boxed{H + HO} - CH\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle O$$
$$= H^2O + O\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle CH - O.O - CH\left\langle\begin{matrix}C^6H^4\\C^6H^4\end{matrix}\right\rangle O$$

Sulfure de xanthyle $\left(O\langle{}^{C^6H^4}_{C^6H^4}\rangle CH\right)^2S$.

Le xanthydrol (5g) est dissous dans l'acide acétique cristallisable (160cm³). La solution *incolore* acquiert une *teinte jaune* par *addition d'eau* (40cm³), puis, sous l'influence d'un courant d'hydrogène sulfuré, se trouble et se transforme en quelques instants en une bouillie blanche de cristaux microscopiques. L'analyse du corps, purifié par cristallisation de l'alcool bouillant, où il est peu soluble, lui assigne la formule ci-dessus, semblable à celle du sulfure $\left(O\langle{}^{C^{10}H^6}_{C^{10}H^6}\rangle CH\right)^2S$ que nous avons précédemment décrit et obtenu en traitant par H^2S divers *sels de dinaphtopyryle* en solution dans l'eau, chargée d'acides minéraux ou organiques.

L'acide chlorhydrique chaud le scinde en hydrogène sulfuré et chlorure de xanthyle instable :

$$\left[O\langle{}^{C^6H^4}_{C^6H^4}\rangle CH\right]^2S + 2HCl = H^2S + 2\left[O\langle{}^{C^6H^4}_{C^6H^4}\rangle CH\right]Cl.$$

Peroxyde de xanthyle $\left(O\langle{}^{C^6H^4}_{C^6H^4}\rangle CH\right)^2O^2$.

Le magma cristallin, blanc, formé par l'introduction de perhydrol Merck (4cm³) à 100vol dans une solution acétique de xanthydrol à $\frac{1}{10}$ (200cm³), est essoré, lavé à l'alcool, dissous dans le benzène, puis précipité par l'alcool.

Le corps obtenu après deux traitements semblables, analysé, répond à la formule de l'eau oxygénée dont les deux atomes d'hydrogène sont remplacés par le radical xanthyle.

Chauffé avec HCl fumant au voisinage de l'ébullition, il produit un dégagement de chlore. Traité par volumes égaux d'acides acétique et chlorhydrique il donne, avec le concours d'une faible élévation de température, une solution jaune orangé, fournissant avec divers chlorures ou bromures métalliques ($AuCl^3$, UO^2Cl^2, etc.) des sels doubles xanthyl-métalliques halogénés que nous avons précédemment décrits et obtenus avec M. Lesage, en partant du xanthydrol.

Sans préjudice de toute autre transformation, simultanée ou subséquente, l'acide chlorhydrique dédouble ce peroxyde en sel de pyryle et eau oxygénée, qui se décompose en oxydant l'acide chlorhydrique.

Nous nous proposons de poursuivre l'étude de ce corps et de chercher à en préparer de semblables aux dépens d'alcools aromatiques, pyraniques ou non, dérivés de la série du di- et du triphénylméthane.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques composés complexes du chlorure platineux avec l'amino-acétal.* Note de MM. **J. Tchougaeff** et **B. Orelkine**, présentée par M. A. Haller.

On sait, depuis les recherches classiques de MM. Cleve et Jörgensen, qu'un composé unique prend naissance si l'on fait intervenir une amine quelconque A avec un sel du type dit *platosemiamine* $PtCl^2.2a$, correspondant à une autre amine a, ou bien inversement si l'on traite le sel de semiamine $PtCl^2.2A$ par de l'amine A.

Cependant M. Jörgensen a signalé (1) depuis peu une exception singulière à cette règle qui semblait être bien établie. Il a pu notamment obtenir deux corps différents en partant : 1° de la diméthylamine et du sel $(Pt.2NH^3.Cl^2)$ et 2° de l'ammoniaque et du sel du type de semiamine correspondant à la diméthylamine $[Pt.2(CH^3)^2NH.Cl^2]$. Les deux sels qu'on peut obtenir de ces deux façons ne se prêtant que très mal à l'étude, M. Jörgensen les a caractérisés en les transformant en chloroplatinites et il a démontré que ces derniers se distinguent par la couleur ainsi que par le nombre de leurs molécules d'eau de cristallisation.

Il nous paraissait intéressant de vérifier si cette isomérie singulière, qui est de nature très délicate et qui n'a été constatée d'une façon quelque peu certaine qu'une seule fois, se rencontre aussi parmi d'autres composés aminés du platine.

C'est principalement dans ce but que nous avons entrepris l'étude de dérivés platineux mixtes de l'amino-acétal $NH^2-CH^2-CH(OC^2H^5)^2$ avec l'ammoniaque et d'autres amines, étude dont nous allons exposer quelques résultats préliminaires.

Nous nous sommes guidés, dans ce choix, par la supposition que c'est surtout une différence profonde entre les deux amines constituant le sel mixte qui doit favoriser l'apparition de l'isomérie signalée par M. Jörgensen.

Une solution diluée de chloroplatinite de potassium additionnée de l'amino-acétal, laisse déposer un corps jaune, cristallin, qu'on peut purifier par cristallisation dans l'alcool bouillant et qui se présente sous la forme d'aiguilles fusibles à 133°, assez solubles dans la plupart des dissolvants

(1) *Zeitschr. für anorg. Chemie*, t. 48, p. 374.

organiques. D'après ce mode de formation et les résultats des analyses, ce composé ne serait autre chose que le sel appartenant au type semiamine et correspondant à la formule

$$Pt - 2NH^2 - CH^2 - CH(OC^2H^5)^2Cl^2$$

ou

$$[Pt.2A - Cl^2]$$

en mettant pour abréger le symbole A au lieu de la formule de l'amino-acétal.

D'après la théorie de M. A. Werner, un corps de cette constitution ne saurait être un bon électrolyte, ce qui a été confirmé par des mesures de sa conductivité moléculaire, que nous avons exécutées en solution dans l'alcool méthylique ($v = 100y$, $\mu = 0,78$; $v = 1000y$; $\mu = 2,35$). Aussi le chlore n'est-il précipité que très difficilement de ses solutions alcooliques par le nitrate d'argent. En faisant la cryoscopie de ce corps, nous avons trouvé qu'il est fortement polymérisé en solution benzénique (trouvé $M = 2026$ pour une solution à 2,3 pour 100 ; calculé $M = 532$) ainsi qu'en solution dans le bromure d'éthylène (trouvé 2038, en solution à 0,9 pour 100).

En même temps que le corps jaune, on obtient un autre composé qui est incolore et très soluble dans l'eau et qui reste en solution dans la préparation précédente. Il se dépose par évaporation en beaux cristaux pseudo-tétragonaux, fusibles à 130°,5.

On peut le préparer également en faisant réagir de l'amino-acétal sur le corps jaune en solution aqueuse. Ce mode de formation ainsi que les résultats des analyses conduisent à la formule $[Pt4A]Cl^2$ qui est confirmée par ce fait que tout le chlore du composé en question est immédiatement précipitable par le nitrate d'argent en solution dans l'alcool méthylique.

En précipitant le chlorure précédent par du chloroplatinite de potassium, on obtient le sel $(Pt4A)PtCl^4$ à deux ions complexes, analogue au sel vert de Magnus.

Il forme des aiguilles minces de couleur rose. Point de fusion 127°. Il n'est pas attaqué par le chlorure I de Reiset, comme la plupart des autres chloroplatinites, mais ce qui est bien curieux, la réaction inverse a lieu : le sel vert de Magnus change de couleur et devient rose. Si l'on agite avec une solution aqueuse du chlorure tétra-amino-acétalique

$$[Pt4A]Cl^2 + [Pt4NH^3]PtCl^4 = [Pt4A]PtCl^4 + [Pt4NH^3]Cl^2.$$

La conductivité moléculaire du corps $(Pt4A)PtCl^4$ a été déterminée en

solution dans l'alcool méthylique et les résultats obtenus sont d'accord avec la formule que nous avons attribuée à ce corps ($v = 2000y$; $\mu = 79,7$).

Pour préparer les deux isomères correspondant à la formule

$$[Pt\,2A.2NH^3]Cl^2$$

nous avons agité, à la température ambiante : 1° une solution de $0^g,9$ du composé ($Pt2\,ACl^2$) avec 2^{cm^3} d'une solution ammoniacale à 25 pour 100 et 20^{cm^3} d'eau jusqu'à ce que la solution fût complète, ce qui a lieu après 2 semaines et demie environ, et 2° 1^g du sel de Peyrone avec 1^g de l'amino-acétal et 30^{cm^3} d'eau. La dissolution a eu lieu dans ce cas après 3 semaines d'agitation.

Évaporées à siccité à basse température sur de l'acide sulfurique, les deux solutions conduisent à des produits gommeux qui refusent de cristalliser.

Pour les caractériser nous les avons transformés en chloroplatinites ($Pt2\,A.2NH^3$)$PtCl^4$, dont la composition a été vérifiée par des analyses. Nous n'avons constaté aucune différence entre les chloroplatinites provenant des deux solutions ci-dessus mentionnées. Tous les deux se séparent en aiguilles microscopiques de couleur lilas, insolubles dans l'eau et dans les dissolvants organiques usuels et présentant le même point de fusion 151°.

L'isomérie signalée par M. Jörgensen ne semble donc pas subsister dans ce cas.

BOTANIQUE. — *Formation des chromosomes hétérotypiques chez le* Polypodium vulgare *L.* Note de M. **R. de Litardière**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Le *Polypodium vulgare* L., par la grosseur des noyaux de ses cellules-mères des spores et la netteté de leurs aspects cinétiques, constitue vraiment, parmi les Fougères, un objet de choix pour les études cytologiques; c'est ce qui m'a engagé à étudier chez cette espèce la formation des chromosomes hétérotypiques, question sur laquelle les auteurs sont loin d'être d'accord.

Le noyau quiescent montre une structure réticulée formée entièrement de substance chromatique avec des épaississements nodaux plus ou moins irréguliers. On y voit des nucléoles en nombre et en position variables. Le réseau nucléaire se transforme peu à peu en une structure filamenteuse

par suite d'une répartition plus uniforme de la substance chromatique et d'un effacement graduel des anastomoses; l'on arrive au stade leptonema. Peu après se produit une sorte de refoulement des filaments d'un hémisphère du noyau dans l'autre : c'est le début du synapsis. Le noyau à ce moment comporte une masse de filaments grêles occupant la partie inférieure et portant des granulations. On peut observer nettement, sur les bords de la masse et dans les filaments qui émergent, des dualités, car à ce moment il se produit vraisemblablement un appariement des filaments grêles. Peu à peu la masse se condense davantage et l'on arrive au stade du synapsis typique des auteurs.

Au synapsis, le noyau a une position légèrement excentrique, par suite du développement plus considérable d'une portion du cytoplasme. Le peloton synaptique occupe dans la cavité nucléaire une position qui varie assez souvent d'une cellule à l'autre d'une même section; on le trouve généralement appliqué dans chaque cellule-mère contre la membrane nucléaire opposée à la partie la plus épaisse du cytoplasme. La variabilité observée dans la position du grumeau chromatique indique bien qu'elle n'est point sous l'influence de la pesanteur comme le croyait Cardiff. La masse synaptique présente une forme ovalaire ou quelquefois sensiblement sphérique avec des proéminences d'où émergent des filaments qui se rendent vers le pôle opposé du noyau.

La condensation synaptique est évidemment un phénomène naturel puisqu'elle a été observée sur le vivant par plusieurs auteurs, mais je crois, avec Berghs et Grégoire, que le fixateur peut avoir quelque action sur ce phénomène. Ainsi sur des matériaux fixés, non point avec la *medium chromo-acetic solution* de Chamberlain, dont je me suis servi habituellement, mais avec la *stock solution* plus pénétrante, j'ai constaté une augmentation de près de 1^{μ} du diamètre moyen du peloton synaptique.

Ce peloton est formé d'un lacis très dense de filaments chromatiques. On peut observer facilement, au cours de l'étape synaptique, la structure de ces filaments, principalement sur ceux qui occupent le bord du peloton ou qui émergent de la masse générale. On constate qu'ils sont nettement constitués de deux filaments minces, sensiblement parallèles, souvent entrecroisés et écartés au début (stade zygonema), mais se rapprochant ensuite, de sorte que la dualité cesse d'être visible dans beaucoup de points et qu'on arrive ainsi au stade du pachynema ou *spirème* épais contracté de Grégoire. A ce moment, on peut voir nettement dans la cavité nucléaire des extrémités de filaments émergents, butant contre la membrane; le noyau

contient donc des filaments multiples et non un spirème continu, comme Burlingame le décrit chez l'*Ophioglossum reticulatum* et Yamanouchi chez le *Nephrodium molle*.

Les nucléoles sont enserrés au milieu du peloton, parfois au milieu de la cavité nucléaire ou accolés aux filaments émergents. Le cytoplasme renferme de petits corps chromatiques arrondis, qui proviennent de la substance chromatique du noyau. On commence à en apercevoir quelques-uns dès le début du présynapsis.

Les filaments pelotonnés de la masse synaptique se relâchent et, peu à peu, finissent par remplir la cavité nucléaire : c'est le stade du spirème déroulé. Les deux portions de chaque filament sont si étroitement placées côte à côte qu'il est presque partout impossible de les distinguer; cependant, en certains points, notamment au voisinage des granulations, il est possible d'y reconnaître des dualités. Farmer et Mlle Digby, dans leur étude sur les *Polypodium* (1910), se sont certainement mépris au sujet de ce stade, car plusieurs figures, tout à fait semblables à ce que j'ai observé, qu'ils donnent comme antérieures au synapsis, sont indubitablement postsynaptiques.

Après le stade du spirème, les filaments s'épaississent et se raccourcissent. Ils se rassemblent en une masse assez lâche occupant la partie moyenne du noyau. C'est le stade dit du *second synapsis*. Les futurs chromosomes se raccourcissent de plus en plus, tandis que les deux filaments, qui étaient étroitement unis jusqu'alors, se séparent. Les aspects observés indiquent nettement un *dédoublement* (mode parasyndétique) et non une formation par *boucles* (mode métasyndétique). Les segments sont inégalement raccourcis, ce qui pourrait faire croire qu'il se produit une *segmentation* d'un filament *continu*, comme Yamanouchi l'a indiqué, à tort sans doute, pour le *Nephrodium molle*. Souvent, les segments chromosomiques se rassemblent en divers points de la cavité nucléaire, ce stade de nouvelle contraction a été aussi signalé par Schaffner chez l'*Agave virginica*. Les segments se raccourcissent davantage et le « dédoublement longitudinal » s'accentuant encore, on arrive aux formes de la diakinèse.

Les chromosomes diakinétiques sont formés de deux branches continues disposées d'une façon variable : en X, T, V, V à angles très obtus, Y, en cœur de carte à jouer, en anneau, etc. Je n'ai observé aucun indice de scission quelconque dans les branches des chromosomes.

En résumé, les phénomènes de la prophase hétérotypique chez le *Polypodium vulgare* sont les suivants :

Les filaments minces qui proviennent de la transformation du réseau nucléaire s'accolent deux par deux durant l'étape synaptique pour former le spirème épais; rapprochés intimement pendant ce stade, ils se séparent ensuite, s'épaississent et se raccourcissent, progressivement pour constituer les chromosomes à deux branches de la diakinèse. La formation des chromosomes se fait donc suivant le mode parasyndétique de Grégoire, que Cardiff, Yamanouchi, Grégoire ont décrit chez plusieurs Fougères et non suivant le mode métasyndétique signalé par Farmer et Moore, Gregory, Stevens, Strasburger, pour des plantes de ce même groupe.

Ces deux types de formation existent-ils réellement dans la nature, comme le prétendent Yamanouchi et Gates? Ce dernier (1911) admet que les genres ayant des chromosomes courts montrent un arrangement métasyndétique, tandis que ceux à longs chromosomes filamenteux s'arrangent parasyndétiquement. Il est bien probable que les chromosomes des espèces étudiées par Gregory, par exemple, ne diffèrent guère de ceux du *Polypodium* qui rentrent tout à fait dans le type court. Cette distinction me paraît très peu vraisemblable et il est bien plus admissible de penser, avec Grégoire, que les auteurs qui nient le processus parasyndétique n'ont pas étudié avec assez de détails les stades postpirématiques.

BOTANIQUE. — *Influence combinée de la température et du milieu sur le développement du* Mucor Rouxii. Note de M. **Maurice Durandard**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Au cours de nos recherches sur les variations de l'optimum de température chez le *Mucor Rouxii* (¹), nous avons été amenés à mesurer méthodiquement la largeur des filaments mycéliens depuis le début jusqu'à la fin du développement, sur R(²), M, milieux très favorables, et sur 9 p. R + 1 p. S, 9 p. M. + 1 p. S, milieux moins favorables. Pour une plus forte proportion de sérum, le Champignon tend vers un type pluricellulaire qui ne permet plus la comparaison. Rappelons que les cultures, faites en petite cellule, étaient divisées en deux lots soumis respectivement à 35° et à 14°-18°. Des cultures de chaque lot, fixées simultanément aux heures indiquées, ont donné les moyennes suivantes :

(¹) *Comptes rendus*, Paris, 14 octobre 1912.

(²) Pour abréger, nous désignons eau de riz par R, moût de bière par M, sérum par S, partie par p., heure par h.

R.				9 p. R + 1 p. S.			
	Largeur en μ.				Largeur en μ.		
Heures.	35°.	14°-18°.	Quotient.	Heures.	35°.	14°-18°.	Quotient.
19...	4,83	2,10	2,30	15...	5,03	1,75	2,87
41...	5,87	3,58	1,63	37...	5,22	3,85	1,35
65...	6,25	3,20	1,95	61...	7,81	4,87	1,60
90...	6,58	4,31	1,52	86...	8,25	6	1,37
113...	6,81	4,25	1,60	109...	9,16	6,83	1,34
136...	7,06	4,41	1,60	132...	8,39	6	1,39
161...	7,33	3,87	1,89	157...	8,50	6,75	1,25
184...	8,31	4,33	1,91	180...	8,16	5,41	1,50
				235...	9,33	5,91	1,57

M.				9 p. M + 1 p. S.			
	Largeur en μ.				Largeur en μ.		
Heures.	35°	14°-18°.	Quotient.	Heures.	35°.	14°-18°.	Quotient.
18...	8,62			15...	6,85	0	
40...	8,57	6,10	1,40	37...	8,50	5,20	1,63
64...	12,25	7,45	1,64	61...	9,83	7,20	1,36
89...	10	9,08	1,10	86...	10,37	8,91	1,16
112...	8,67	8,42	1,02	109...	9,79	11,25	0,87
135...	9,08	8,57	1,05	132...	11,62	11,46	1,01
160...	9,50	9,87	0,96	157...	11,46	11,50	0,99
183...	9,37	10,16	0,92	180...	10,83	10,45	1,03

En M, 18 h., 14°-18°, les mensurations n'ont pu être faites rigoureusement.
En 9 p. M + 1 p. S, 15 h., 14°-18°, la germination n'avait pas encore débuté.

Ainsi : *a*. En R, le quotient obtenu en divisant le chiffre des largeurs à 35° par celui des largeurs à 14°-18° est toujours supérieur à l'unité. Il est plus grand au début du développement. A 35°, la largeur définitive n'est acquise qu'à 184 h.; elle l'est à 90 h. à 14°-18°.

b. En 9 p. R + 1 p. S, le quotient est toujours supérieur à l'unité. Il est plus grand au début du développement. A 35° comme à 14°-18°, la largeur définitive est atteinte à 86 h.

c. En M, le quotient, d'abord supérieur à l'unité, lui devient approximativement égal à 89 h., et ne varie plus de façon appréciable jusqu'à la fin du développement. Aux jeunes filaments correspondent les plus forts quotients. A 35°, la largeur définitive est atteinte à 18 h., soit à l'âge le plus jeune observé. A 14°-18°, elle l'est à 89 h.

d. En 9 p. M + 1 p. S, le quotient, d'abord supérieur à l'unité, décroît progressivement du début du développement à 109 h., âge où il lui devient

approximativement égal. Aux filaments les plus jeunes, correspondent les quotients les plus forts. A 35°, la largeur définitive est acquise à 61 h.; à 14°-18°, entre 86 h. et 109 h.

En général, la température de 35° favorise la croissance en largeur des filaments mycéliens. En établissant, comme il a été indiqué plus haut, le rapport des largeurs aux deux températures, on constate un quotient supérieur à l'unité soit du début à la fin du développement, soit seulement jusqu'à un certain degré de développement. Dans le premier cas, la largeur définitive peut être acquise plus vite à 14°-18° qu'à 35°. Dans les deux cas la température de 35° exerce une action plus marquée au début du développement.

Sur ces différents milieux, toutes les spores germent. Mais, si l'on augmente la proportion de sérum, la germination est d'autant moins abondante que cette proportion est plus forte. Le nombre des spores qui ne peuvent germer, relativement faible en 8 p. M + 2 p. S, devient très grand en 7 p. M + 3 p. S, et considérable (surtout à 35°) en 6 p. M + 4 p. S. Or, les moyennes obtenues en mesurant les diamètres ces spores montrent de grosses différences entre les deux températures observées :

7 p. M + 3 p. S.				6 p. M + 4 p. S.			
	Diamètre en μ.				Diamètre en μ.		
Heures.	35°.	14°-18°.	Quotient.	Heures.	34°.	14°- 18°.	Quotient.
15...	14,37	6,95	2,06	15...	11,41	5,66	2,01
37...	14	8,06	1,73	37...	26,61	8	3,32
61...	16,66	10,37	1,60	61...	33,50	9,54	3,51
86...	22,75	11,62	1,95	86...	34,25	10,37	3,30
111...	22,94	12,32	1,86	110...	43,50	15,97	2,72
135...	30,95	12,45	2.48				

Aux deux températures, le diamètre augmente progressivement, jusqu'à 135 heures en 7 p. M + 4 p. S, jusqu'à 110 heures en 6 p. M + 4 p. S.

Si nous établissons le rapport des diamètres à 35° et à 14°-18° en divisant les premiers par les seconds, nous trouvons un quotient supérieur à l'unité, quels que soient l'âge et le milieu.

De plus, à part l'exception du début imputable au retard provoqué par la plus mauvaise qualité du milieu, les quotients obtenus en 6 p. M + 4 p. S présentent une valeur beaucoup plus grande que ceux obtenus en 7 p. M + 3 p. S. Cette supériorité est due au fait que le diamètre des spores est plus grand à 35° en 6 p. M + 4 p. S qu'en 7 p. M + 3 p. S.

En résumé, il ressort des observations précédentes, en ce qui concerne le *Mucor Rouxii*, les conclusions suivantes :

1° Une température élevée favorise la croissance en largeur des filaments mycéliens : (*a*) depuis le début jusqu'à la fin du développement; (*b*) ou seulement jusqu'à un certain degré de développement, selon le milieu. Dans le premier cas, elle *augmente* réellement le développement; dans le second, elle l'*accélère* seulement.

2° Les spores qui ne peuvent germer par suite de conditions défavorables de milieu présentent un accroissement considérable de leur volume sous l'influence d'une température élevée. Cet accroissement est également fonction du milieu.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la présence de la gentiopicrine dans la Swertie vivace.* Note de M. **Marc Bridel**, présentée par M. É. Jungfleisch.

La Swertie vivace (*Swertia perennis* L.) est une petite plante de la famille des Gentianées. On la rencontre surtout dans les régions montagneuses, où elle pousse dans les prés tourbeux jusqu'à une altitude de 2300^{m} environ. Elle est caractérisée par ses fleurs en grappe d'un gris violacé sombre, dont la corolle, divisée profondément en 5 lobes étroits, est étalée en étoile. La saveur de cette plante n'est que très légèrement amère, et il semble qu'elle n'ait jamais été utilisée en médecine populaire, peut-être, d'ailleurs, à cause de sa rareté relative.

J'ai cueilli moi-même cette plante, en pleine floraison, au Lautaret (Hautes-Alpes), le 14 août, et elle a été traitée fraîche, à Paris, trois jours après, dans le but de la soumettre à l'essai, suivant la méthode biochimique de M. Bourquelot [1].

Voici les résultats de cet essai dans lequel 100$^{cm^3}$ de liquide extractif correspondaient à 100^{g} de plantes fraîches :

Rotation initiale ($l = 2$)	$-2°38'$
Rotation après action de l'invertine	$-3\ 36$
Rotation après action de l'émulsine	$+0\ 50$
Sucre réducteur initial	$1^{g},543$
Sucre réducteur après action de l'invertine	2,385
Sucre réducteur après action de l'émulsine	3,267

[1] *Recherche, dans les végétaux, du sucre de canne à l'aide de l'invertine et des glucosides à l'aide de l'émulsine* (*Comptes rendus*, t. 133, 1901, p. 690).

Sous l'influence de l'invertine, il s'est produit un recul de la déviation vers la gauche de 58′, avec formation de 0g,838 de sucre réducteur; ce qui donne un indice de 866, très éloigné des indices des sucres connus, celui du saccharose étant de 603, et celui du gentianose 673. Il est donc probable que, si la Swertie renferme un de ces sucres, elle en contient encore un autre donnant, par l'invertine, un indice de réduction enzymolytique bien plus élevé. En étudiant la Chlore perfoliée, M. Bourquelot et moi, étions arrivés à une conclusion de même ordre ([1]).

Sous l'action de l'émulsine, on a observé un retour de la déviation vers la droite de 4°26′, avec formation de 0g,882 de sucre réducteur, et un indice de 198, assez différent de celui de la gentiopicrine, 111.

L'action de l'émulsine a duré 41 jours, et l'on a remarqué que l'hydrolyse s'est faite, en quelque sorte, en deux temps : elle a été rapide au début, pour traîner ensuite en longueur; le même fait avait déjà été observé au cours de l'essai des racines de gentiane jaune ([2]). Après 3 jours, l'émulsine avait produit un retour de 3°21′ et l'indice était de 160; du 3e au 12e jour, le retour n'a été que de 36′ et l'indice s'élevait à 186; du 12e au 41e jour, le retour a été de 29′ et l'indice de 407, assez voisin de celui du gentiobiose, 478.

On pouvait donc penser que la Swertie vivace renfermait deux principes hydrolysables par l'émulsine, dont l'un, hydrolysé rapidement, était un glucoside, et dont l'autre, hydrolysé lentement, était un hydrate de carbone. On a cherché, d'abord, à isoler le principe glucosidique dont l'essai biochimique venait d'indiquer la présence.

Préparation de la gentiopicrine. — On a opéré sur 2000g de Swertie cueillie en même temps que celle qui avait servi à l'essai. Après traitement à l'alcool bouillant, on a distillé l'alcool au bain-marie, on a filtré le liquide aqueux résiduel et on l'a évaporé à sec, sous pression réduite. On a continué ensuite la marche de l'opération comme dans l'extraction du même principe de la Chlore perfoliée ([3]).

Finalement, on a obtenu 2g de gentiopicrine qu'on a purifiée par cristallisation dans l'éther acétique anhydre. On a séché à l'air le produit pur que les propriétés suivantes identifient avec la gentiopicrine :

([1]) Em. Bourquelot et M. Bridel, *Sur la présence de la gentiopicrine dans la Chlore perfoliée* (*Chlora perfoliata* L.) (*Journ. de Pharm. et de Chim.*, 7e série, 1910, t. I, p. 109).

([2]) Marc Bridel, *Application de la méthode biochimique à une nouvelle étude des préparations galéniques de la racine de gentiane* (*Thèse Doct. Univer. Paris*, 1911, p. 43).

([3]) *Loc. cit.*

Pouvoir rotatoire : $\alpha_D = -196°7'$

$$(p = 0{,}1182;\ v = 15;\ l = 2;\ \alpha = -3°6').$$

On a fait agir l'émulsine sur la solution qui avait servi à déterminer le pouvoir rotatoire. En 12 heures, à $+33°$, la rotation a passé de $-3°6'$ à $+18'$; il s'était formé $0^g{,}366$ de sucre réducteur pour 100^{cm^3}, ce qui donne un indice de 110 (théorie 111). La solution incolore était devenue jaune clair et il s'était formé un précipité cristallin donnant la réaction bleue caractéristique de la gentiogénine, signalée par M. G. Tanret et que j'ai légèrement modifiée, afin de pouvoir l'appliquer au produit humide tel qu'on le retire après hydrolyse [1].

En résumé, l'essai biochimique ayant montré que la Swertie vivace renfermait un glucoside hydrolysable par l'émulsine, on est parvenu à isoler ce glucoside à l'état pur et à l'identifier avec la gentiopicrine. La gentiopicrine a déjà été retrouvée par M. Bourquelot et par moi, dans d'autres Gentianées, la Chlore perfoliée et la Gentiane Pneumonanthe [2].

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur le rôle biochimique des peroxydases dans la transformation de l'orcine en orcéine.* Note de M. **J. Wolff**, présentée par M. Roux.

Dans une Note antérieure, j'ai montré que la fixation d'oxygène par certains phénols, notamment par l'orcine, en présence d'alcalis ou de certains sels alcalins, est considérablement accélérée par l'addition d'une peroxydase. Le rôle de la peroxydase ne se borne pas à une action accélératrice sur la fixation de l'oxygène atmosphérique; elle peut influer encore sur la nature des produits formés. C'est ainsi qu'en étudiant l'action combinée de l'ammoniaque et de la peroxydase sur l'orcine en solution aqueuse, j'ai été amené à faire quelques observations curieuses sur les conditions qui peuvent favoriser, *en liqueur étendue*, le passage de l'orcine à l'orcéine, cette belle matière colorante qui est la base de l'orseille du commerce [3].

---

(1) Marc Bridel, *loc. cit.*, p. 67.

(2) Ém. Bourquelot et M. Bridel, *Sur la présence de la gentiopicrine dans les racines et dans les tiges foliées de la Gentiane Pneumonanthe* (*Gentiana Pneumonanthe* L.) (*Journ. de Pharm. et de Chim.*, 7e série, t. II, 1910, p. 149).

(3) C'est Robiquet qui, le premier, réalisa la transformation d'une substance qu'il retira de certains végétaux, et qu'il nomma *orcine*, en une matière colorante nommée par lui *orcéine*. Il obtint cette transformation sous l'influence combinée de l'ammoniaque, de l'air et de l'eau (*Annales de Chimie et de Physique*, 1835, t. LVIII, p. 320).

Voici quelques expériences qui montrent l'influence que peuvent exercer sur la transformation de l'orcine en orcéine : 1° la surface de contact avec l'air; 2° la présence de peroxydase.

Dans les quatre essais rapportés ci-dessous, j'ai employé 2^{cm^3} d'une solution d'orcine à 2,8 pour 100, 6 gouttes d'ammoniaque concentrée, et, pour deux de ces essais, 1^{cm^3} d'une solution de peroxydase (de jeunes pousses d'orge).

I.

Au large contact de l'air (matras).

A.	NH^3 seule..............	pas d'orcéine (1)
B.	NH^3 + peroxydase.......	pas d'orcéine (1)

II.

En profondeur (tube à essai).

C.	NH^3 seule..............	orcéine, formation lente
D.	NH^3 + peroxydase.......	orcéine, formation rapide

On étend d'eau de manière à avoir partout un volume total de 3^{cm^3},5. Déjà, après quelques minutes, l'accélération de la réaction se manifeste par une teinte plus foncée dans B et D.

Lorsque l'on compare après 5 jours les produits C et D, en ayant soin de les diluer convenablement (0^{cm^3},2 dans 100 d'eau), on constate dans D la présence d'une forte proportion d'orcéine, alors que dans C le produit formé n'a encore acquis aucun des caractères de cette matière colorante. Ce n'est qu'au bout du sixième jour que l'orcéine apparaît à l'état de traces dans le produit qui ne renferme pas de catalyseur. L'accélération considérable dans la marche du phénomène a donc été obtenue grâce à la peroxydase. En effet, celle-ci chauffée pendant quelques minutes à la température de 100° perd la propriété de hâter la formation de matière colorante.

Pour avoir une idée de la marche de l'oxydation dans mes diverses expériences, j'ai mesuré au cours de celles-ci le volume d'oxygène absorbé; c'est ainsi que j'ai vu que dans l'expérience A il y a de 8 à 9 fois plus d'oxygène absorbé que dans C, dans l'espace de 48 heures. Dans les expériences B et D, on observe un écart très voisin et dans le même sens, mais grâce à la peroxydase, la proportion d'oxygène absorbé est ici un peu plus élevée.

Il ressort de ces faits que la quantité d'oxygène fixé dans les expériences C et D est bien moins considérable que dans les expériences A et B; or, c'est dans C et D qu'on observe la formation de matière colorante.

Conclusion. — Sans vouloir entrer ici dans de longues explications au sujet du mécanisme intime de l'action combinée de l'ammoniaque, de l'oxy-

(1) La teinture sur soie permet de déceler des traces de matière colorante dans A et B.

gène et de la peroxydase sur l'orcine, on peut affirmer que *dans les solutions étendues d'orcine* c'est une oxydation *très lente* par l'ammoniaque qui est la condition première de la formation d'orcéine. Lorsque sur cette action lente vient se greffer l'influence accélératrice de la peroxydase, celle-ci s'exerce bien plus par la formation de matière colorante que par une augmentation de l'oxygène absorbé.

PHYSIOLOGIE. — *Éveil tardif des centres bulbaires.*
Note de M. **Pierre Bonnier**, présentée par M. Edmond Perrier.

Lorsqu'un nouveau-né ne respire pas aussitôt après la naissance, on éveille ses centres respiratoires bulbaires au moyen d'aspersions froides de la face, dont le nerf trijumeau transmet l'excitation au bulbe. C'est ce qu'on fait également pour la syncope des centres cardiaques. On peut aussi exciter la muqueuse nasale par l'éther, l'ammoniaque, l'iodure d'éthyle, le datura, etc., et faire ainsi cesser divers désarrois bulbaires, asthme, ébriété, palpitations, vertiges.

La cautérisation infiniment légère de la muqueuse nasale peut servir à éveiller tous les centres bulbaires et à mettre ainsi en branle ou à rectifier un très grand nombre de fonctions.

Un confrère m'a dernièrement confié son enfant, âgé de 12 jours, et qui n'avait encore pu ni têter ni boire correctement; la manœuvre de succion, par suite de l'inertie pharyngée, étant décomplétée et provoquant le vomissement immédiat. Cette fillette était, par inanition, descendue à la moitié de son poids initial. Elle avait, en plus, un peu de cornage, par suite de l'inertie glottique dans l'effort d'inspiration. Une légère cautérisation nasale fit disparaître le vomissement et la succion put se faire normalement, par rétablissement de l'équilibre fonctionnel. Une seconde, quelques jours après, fit disparaître le cornage, le bulbe ayant coordonné ses activités.

D'autres manœuvres musculaires peuvent également se régler très tardivement, surtout au niveau des sphincters. D'où les incontinences fécales et urinaires. Ce procédé permet de les résoudre souvent en une séance, comme je l'ai indiqué dans une Note à l'Académie des Sciences en 1909. J'ai vu ainsi, tout récemment, se guérir d'une incontinence d'urine datant de la naissance, un jeune homme qui avait été, pour ce trouble, soigné vainement à l'hôpital militaire et finalement réformé. La guérison apparut dès la nuit qui suivit la cautérisation. De tels cas sont loin d'être rares et la gué-

rison de ces incontinences, soit fécales, soit urinaires, même chez l'idiot, le myxœdémateux, l'épileptique, est de règle. Chez l'enfant qui tarde à être propre et chez l'adulte qui a gardé cette infirmité, au début même de certaines affections nerveuses, la guérison doit être extrêmement fréquente par le réveil ou par l'éveil des centres bulbaires. J'en ai souvent la preuve expérimentale.

On peut également éveiller ou réveiller les centres qui président aux diverses sécrétions externes ou internes. C'est ainsi qu'on peut, chez le nourrisson, faire disparaître l'intolérance digestive à l'égard de certains laits, ou plus tard, chez l'enfant et chez l'adulte, vis-à-vis de certaines espèces alimentaires. Il n'est guère de variété de dyspepsie que je n'aie vu ainsi céder, et du jour au lendemain; de même pour l'athrepsie, les entérites, la diarrhée verte, etc. Les centres nerveux affectés aux sécrétions microbicides, ou centres diaphylactiques, sont également susceptibles d'éveil et de réveil, et la défense organique vis-à-vis des diverses espèces microbiennes apparaît aussitôt, comme je l'ai montré dans mes précédentes publications.

De même, pour les sécrétions internes qui servent à la croissance, au développement intellectuel et physique. J'ai vu ainsi, chez l'idiot et le myxœdémateux, chez l'arriéré simple, chez l'épileptique, des modifications notables et extrêmement rapides. La maturation génitale est également influencée par ce procédé d'action directe sur les centres bulbaires. De même les perversions diathésiques, les retards dans la marche ou dans la parole.

ÉNERGÉTIQUE BIOLOGIQUE. — *Les lois du travail professionnel: expériences sur l'art du limeur.* Note de M. **Jules Amar**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Depuis une vingtaine d'années la science du moteur humain a fait de tels progrès qu'il n'est pas prématuré de l'appliquer au perfectionnement du travail professionnel, à l'obtention du rendement maximum. Grâce à la relation quantitative entre *l'oxygène consommé* par l'ouvrier et sa dépense d'énergie, grâce à l'emploi des procédés graphiques de Marey, nous pouvons évaluer les efforts musculaires, le travail utile et la dépense énergétique correspondante. Faisant varier ensuite chaque élément du travail, sa vitesse, sa durée totale, les attitudes de l'ouvrier, la forme et les dimen-

sions de l'outil, on cherche les conditions du travail maximum. Le nombre des *variables* est généralement très grand; les unes sont d'ordre mécanique, les autres physiologique. Il ne nous est pas possible, dans le cadre de cette Note, de développer la technique qui permet l'étude isolée de chacune de ces variables. Nous l'avons appliquée à la manœuvre de la *lime*, dite *lime demi-douce*, après avoir muni celle-ci de mécanismes dynamographiques appropriés; le coup de lime utilise une longueur de $0^m,26$ sur $0^m,34$, comprise entre deux curseurs caoutchoutés.

Le métal à limer est du *laiton*. D'autre part, la *soupape respiratoire*, mise en rapport avec deux spiromètres, fournit la mesure des échanges gazeux.

Du Mémoire qui sera bientôt publié, nous détachons les conclusions suivantes :

1° Le poids de limaille enlevée est généralement proportionnel au travail mécanique de l'outil, produit de la longueur utilisée ($0^m,26$) par la somme des composantes horizontales des efforts musculaires.

2° Le *rythme* des coups de lime modifie la quantité d'ouvrage et diffère d'un sujet à un autre. Jusqu'à 79 coups par minute, il accroît le travail.

3° La dépense d'énergie par kilogramme, ou bien par gramme de limaille *diminue* à mesure que le rythme augmente; elle est minimum à la cadence de 70.

4° L'attitude du corps, droite ou penchée, ses oscillations, sa distance à l'étau, l'inclinaison des bras sur l'outil, l'inégalité de leur action ou sa faible puissance, la position des pieds, modifient la dépense d'énergie.

5° Les conditions du rendement maximum sont : corps de l'ouvrier bien droit et sans raideur, distant de $0^m,20$ de l'étau, et ce dernier au niveau de l'ombilic; position des pieds telle que leur angle d'ouverture soit de 68°, et distance des talons égale à $0^m,25$ (pour l'adulte), bras gauche en complète extension et appuyant sur l'outil un peu plus que le bras droit : $7^{kg},500$ et $8^{kg},500$ avec un *effort utile* de 8^{kg}; retours à vide de la lime par un glissement léger et rythme de 70 pour les mouvements. Après 5 minutes de travail on donne 1 minute de *repos complet*, les bras tombant le long du corps. Dans la pratique, les ouvriers limeurs sont employés 8 heures et demie par jour, dont 7 de travail effectif. On calcule ainsi 65000^{kg} comme travail maximum ou 600^g de limaille de laiton, à raison d'une dépense de $0^c,023$ par kilogramme ou $2^c,50$ par gramme de limaille.

Suivant ces lois de travail économique, le bénéfice peut atteindre 66 pour 100 de la production journalière des *apprentis;* la fatigue est

réduite dans de larges proportions; respiration et pulsations subissent un accroissement moitié moindre; toute trace de douleur à l'avant-bras disparaît. Il s'établit un *régime* supprimant toutes les irrégularités de l'action musculaire.

Enfin, divers enseignements peuvent être tirés de l'analyse du coup de lime et des graphiques concernant des ouvriers différents par l'âge, l'expérience, la constitution physique.

Ajoutons que le professeur Imbert, de Montpellier, qui fit de très intéressantes recherches sur divers métiers, reconnut que les graphiques des efforts d'un apprenti manquent de régularité, aussi bien pour la lime que pour d'autres outils. Quant à l'influence des variables énumérées ci-dessus sur le rendement de l'ouvrier, Taylor, en Amérique, en fit une démonstration complète qui eut dans l'industrie un profond retentissement.

MÉDECINE. — *De l'inoculation intraveineuse des bacilles typhiques morts à l'homme.* Note de MM. **Charles Nicolle**, **A. Conor** et **E. Conseil**, présentée par M. Roux.

Nous avons précédemment montré (*Comptes rendus*, 24 juin 1912) que l'inoculation intraveineuse de cultures *vivantes* de vibrions ou de bacilles dysentériques se montrait inoffensive pour l'homme, du moins dans les conditions de nos expériences : microbes lavés, bien isolés par des centrifugations successives et en suspension dans une quantité notable d'eau physiologique. Non seulement une telle préparation est bien supportée, mais le développement des anticorps se fait de façon active et durable (1); en outre, quatre personnes ainsi traitées ont subi consécutivement l'ingestion de cultures pathogènes (trois de vibrions, une de bacilles dysentériques) sans ressentir aucun malaise et sans que nous ayons décelé la présence dans leurs selles des microbes ingérés.

Encouragés par ces résultats, nous avons étendu au bacille typhique notre méthode, avec cette différence qu'en pratique (et bien qu'un nombre encore restreint d'expériences nous ait montré l'innocuité des microbes vivants) nous n'avons fait emploi que de cultures *mortes*.

---

(1) Après 7 mois, chez nos vaccinés, le pouvoir bactéricide dépasse encore 100.000.

L'échantillon de bacille typhique utilisé (n° 5) avait été isolé en 1905, d'un cas mortel de fièvre typhoïde africaine (Nicolle, Cathoire). Nous l'avons employé après chauffage, d'abord de 45 minutes à 55°, puis de 30 minutes à 52°; nous nous sommes en effet rendu compte que la réaction était moins vive, lorsque la chaleur agissait à moindre température et moins longtemps. A 52°, dans le temps indiqué, la stérilisation est complète.

L'émulsion en eau physiologique, une fois chauffée, est soumise à trois centrifugations successives (suivant la méthode exposée par nous dans notre Note précédente), de façon à obtenir une émulsion de corps bacillaires parfaitement isolés et bien lavés; cette émulsion doit présenter le même trouble que celles qui servent au sérodiagnostic. Une goutte d'un tel produit représente 400 à 500 millions de microbes (¹).

Soixante personnes, appartenant à toutes les races qui habitent la Régence, dont un quart d'enfants au-dessus de 8 ans, ont été admises à ce nouveau traitement. Deux inoculations intraveineuses leur étaient pratiquées à 15 jours d'intervalle, la première d'une goutte d'émulsion diluée dans 10^{cm^3} (²) d'eau physiologique à 8 pour 100, la seconde de trois gouttes dans la même quantité de véhicule (pour les enfants au-dessous de 10 ans, dose moitié moindre).

Les réactions consécutives ont été de nature identique à celles qu'on observe à la suite de l'inoculation des vibrions vivants (sensation de froid, fièvre légère, céphalée, courbature), un peu plus fortes cependant, mais nullement plus accentuées que dans les autres méthodes actuellement en usage. Les enfants sont moins sensibles que les adultes. On réduit la réaction au minimum en employant, pour la préparation des vaccins, des tubes d'agar *sans peptone* (Besredka).

La production des anticorps est notable; dès la première inoculation, elle égale celle qu'on note après la cinquième dans la méthode si efficace de M. Vincent. Un avantage de notre procédé est l'*absence de toute réaction et douleurs locales*.

A la suite de ces essais, nous avons créé un service public de vaccinations antityphoïdiques, basé sur cette méthode (cultures mortes); il fonctionne régulièrement à l'Institut Pasteur de Tunis.

(¹) Et non 400000, comme nous l'a fait dire une faute typographique dans notre dernière Note.

(²) Nous avons abaissé à 10^{cm^3} la masse du véhicule qui était de 50 dans nos expériences de vaccination anticholérique.

MÉDECINE. — *Sur la polyvalence des sérums antityphiques.* Note de MM. **Auguste Lumière** et **Jean Chevrotier**, présentée par M. Roux.

Les auteurs qui se sont occupés de préparer des sérums antityphiques au cours de ces dernières années tendent à utiliser, pour l'immunisation des animaux producteurs d'anticorps, des races de bacilles d'Eberth de provenances diverses mélangées à des souches différentes de bacilles paratyphiques, attachant une importance de plus en plus grande à la polyvalence des sérums ainsi obtenus.

Il nous a semblé intéressant d'élargir cette idée de polyvalence en ne la limitant pas aux seules races de bacilles d'Eberth et de paratyphique et en y comprenant encore le bacille *Coli*.

A cet effet, nous avons immunisé des animaux par l'injection intraveineuse, à 8 jours d'intervalle, de doses croissantes (de $0^{cm^3},25$ à $2^{cm^3},25$, chez l'âne) d'un mélange de 17 souches différentes de bacilles d'Eberth, de paratyphique et de *Coli;* un animal témoin ne recevait, dans les mêmes conditions, que du bacille d'Eberth.

Trois semaines après la dernière inoculation, les animaux ont été saignés et les sérums étudiés au point de vue de leurs propriétés préventives.

Les résultats de ces expériences sont très succinctement résumés ci-après :

a. Détermination de la virulence des cultures employées :

Nous avons utilisé des cultures de 48 heures en bouillon provenant elles-mêmes de cultures de 24 heures sur agar; pour exalter la virulence de ces cultures, on a eu recours au procédé de Vincent, qui consiste à injecter dans le péritoine 3^{cm^3} d'une solution de chlorure de sodium à 10 pour 100 en même temps que la culture [1].

Les doses de cultures administrées dans ces conditions, nécessaires pour tuer le cobaye en 24 heures, ont été les suivantes :

$\frac{3}{4}$ cm³ pour le mélange des cultures de bacilles d'Eberth,
$\frac{1}{4}$ cm³ » » de *Coli*,
$\frac{1}{10}$ cm³ » » de paratyphique.

Dans les mêmes conditions, un mélange composé du tiers de la dose mortelle limite de chacun des groupes de cultures, tue invariablement le cobaye en 24 heures; avec des doses plus faibles, les animaux survivent.

---

(1) Vincent, *Comptes rendus*, 1910, p. 356.

Les toxicités propres de chaque culture paraissent donc s'ajouter intégralement.

b. Pouvoir préventif du sérum :

Notre sérum polyvalent donné en injections sous-cutanées 24 heures avant les cultures à la dose de $\frac{1}{10}$ cm³ préserve non seulement de la septicémie expérimentale les cobayes auxquels on administre une dose mortelle, soit de bacilles d'Eberth, soit de bacilles paratyphiques, soit de *Coli*, mais encore ceux qui reçoivent trois fois la dose mortelle du mélange des cultures, c'est-à-dire une dose mortelle de chacun des mélanges septiques.

Le sérum monovalent, provenant de l'animal traité par les bacilles d'Eberth seuls, immunise bien contre la septicémie éberthienne pure, mais se trouve sans action sur les infections paratyphiques et coliques, ainsi que sur l'infection mixte résultant de l'emploi des trois groupes de micro-organismes.

Les propriétés antitoxiques se rapportant à chacune des espèces microbiennes se rencontrent, par conséquent, rigoureusement réunies dans le sérum polyvalent.

Administré en même temps que les cultures, le sérum est encore efficace, mais son action curative limite, lorsqu'on l'utilise 6 heures après l'injection, n'est effective que si le sérum est donné en injection intraveineuse.

Cette immunisation synergique intégrale nous semble très importante au point de vue de ses applications, étant donné le rôle des associations microbiennes dans les maladies infectieuses.

Nous en poursuivons actuellement l'étude en ce qui regarde tout d'abord les bacilles de Löffler, le streptocoque et le staphylocoque associés, et nous comptons étendre ensuite notre expérimentation aux infections mixtes les plus diverses.

Dans un ordre d'idées parallèles, nous publierons prochainement nos essais de vaccination antityphocolique polyvalente, dont les résultats semblent dès maintenant s'accorder avec les expériences précédentes.

ANTHROPOLOGIE. — *Étude et mensurations de 100 vagabonds français.* Note de MM. A. Marie et Léon Mac-Auliffe, présentée par M. Edmond Perrier.

Nous avons étudié les photographies au $\frac{1}{7}$ et les mensurations de 100 vagabonds français dont on trouvera ci-après les lieux d'origine. Ces mensurations nous ont été fournies par le Service anthropométrique de la Préfecture de police.

L'étude morphologique de ces individus permet de les considérer dans

leur ensemble comme ayant eu un développement physique irrégulier. 53 d'entre eux sont des types absolument indécis, 7 étaient des cérébraux très déformés, porteurs d'asymétries considérables et quelques-uns microcéphales; 37 peuvent être rangés parmi les musculaires; mais chez ceux-ci, l'étude des segments des membres révèle des allongements ou des raccourcissements monstrueux; 2 étaient des digestifs; 1 seul respiratoire.

Sur 100, 12 étaient macrocéphales, 4 microcéphales; 59 présentaient de l'asymétrie faciale, 49 avaient les yeux bleus ou à peine piquetés de jaune, 19 seulement présentaient un iris de couleur foncée allant du marron en cercle au marron absolu; les cheveux ont été trouvés châtains 73 fois et blonds 22 fois; 2 étaient roux, 2 seulement étaient porteurs de cheveux noirs.

Fait très curieux, sur cet ensemble de 100 individus (dont plus des trois quarts avaient entre 30 et 59 ans) 5 seulement avaient les cheveux gris.

Ces mensurations n'ont révélé aucune caractéristique véritable; néanmoins le crâne était, au point de vue de la largeur, dans les extrêmes; 37 étaient petits, 48 grands; la taille en majorité petite et l'envergure moyenne; les pieds grands 46 fois sur 100.

Certains de ces individus avaient encouru jusqu'à 80 condamnations pour vagabondage.

Sur 100 *vagabonds.*

Taille	petite	47	Médius gauche	petit	32
	moyenne	25		moyen	24
	grande	28		grand	44
Envergure	petite	17	Auriculaire	petit	30
	moyenne	46		moyen	28
	grande	37		grand	42
Buste	petit	35	Coudée gauche	petite	26
	moyen	41		moyenne	38
	grand	24		grande	36
Longueur de tête	petite	37	Couleur des cheveux	roux	2
	moyenne	27		noirs	2
	grande	36		blonds	22
Largeur de tête	petite	37		chatains	73
	moyenne	15		gris de 20 à 29 ans	1
	grande	48		gris de 30 à 39 ans	4
Pied gauche	petit	28		gris de 40 à 49 ans	4
	moyen	26		gris de 50 à 59 ans	1
	grand	46			

Couleur de l'iris gauche.

Nos	
1	26
2	14
3	22
4	19
5	8
6	10
7	1

Types.

Indécis	53
Cérébral	7
Digestif	2
Musculaire	37
Respiratoire	1
Asymétrie D	25
Asymétrie G	34
Macrocéphales	12+
Microcéphales	4+

Départements d'origine.

Rhône	6
Seine	14
Deux-Sèvres	1
Isère	1
Vienne	1
Allier	1
Morbihan	3
Meurthe-et-Moselle	3
Oise	3
Orne	4
Seine-et-Oise	6
Somme	3
Ille-et-Vilaine	2
Sarthe	2
Bouches-du-Rhône	1
Maine-et-Loire	2
Loiret	1
Aisne	1
Alsace-Lorraine	2
Eure-et-Loir	1
Côte-d'Or	1
Puy-de-Dôme	1
Finistère	1

Départements d'origine.

Seine-Inférieure	5
Nord	4
Vosges	1
Côtes-du-Nord	3
Saône-et-Loire	1
Alpes-Maritimes	1
Calvados	2
Charente	1
Haute-Garonne	1
Seine-et-Marne	1
Aveyron	1
Aube	1
Loire-Inférieure	4
Haut-Rhin	1
Hérault	1
Indre	1
Basses-Pyrénées	1
Eure	2
Corrèze	1
Haute-Saône	1
Gard	1
Hautes-Pyrénées	1
Algérie	1

Total........ 98

SISMOLOGIE. — *Tremblements de terre d'origine épirogénique probable dans le Michigan et le Wisconsin.* Note de M. **de Montessus de Ballore**, présentée par M. Barrois.

Le Michigan et le Wisconsin sont le théâtre de rares et faibles tremblements de terre; ils forment donc une région nettement pénésismique, ainsi qu'il doit en être d'un territoire dont les dernières vicissitudes tectoniques d'importance datent de l'époque précambrienne, et qui est situé au bord du bouclier canadien. Parmi les séismes dont Hobbs (1) a fait le catalogue et la description, il en est au moins un dont l'extension, peut-être 1000^{km} de diamètre pour l'aire d'ébranlement macroséiste, et certains effets locaux, torsion de voie ferrée et effondrement notable à la mine Atlantic de la presqu'île de Keweenaw, généralement propres aux grands désastres, sont peu en rapport avec ce caractère de stabilité sismique : c'est celui du 26 mai 1906.

Les ingénieurs du pays considèrent les rares séismes en question comme dus aux *Airblasts*, ou *Bergschläge*, fréquents dans cette région minière. Ce seraient des tremblements de terre d'origine artificielle, causés par l'exploitation même des mines. Cette explication est inadmissible, ces phénomènes particuliers ne donnent jamais lieu qu'à des secousses aussi faibles que peu étendues. Le tremblement de terre dont il s'agit a donc, au contraire, provoqué le *coup de mine* observé, ainsi que les effets locaux plus haut mentionnés.

Ainsi écartées l'hypothèse de l'exploitation des mines et celle de l'origine tectonique, il n'en est plus qu'une seule possible, celle d'une relation avec les simples mouvements épirogéniques dont la région a été le théâtre pendant la période glaciaire. Or, précisément, les charnières de ces mouvements si récents, en même temps qu'elles émigraient vers le Nord avec le retrait de la calotte glaciaire, ont occupé successivement le Michigan et le Wisconsin, et une des plus récentes, non seulement suit la rive méridionale actuelle du Lac Supérieur, mais traverse la presqu'île de Keweenaw, épicentre probable du séisme du 26 mai 1906.

(1) Hobbs, *Earthquakes in Michigan* (*Michigan geological and biological Survey*; Publ. 5, geol. series, t. III, p. 69. Lansing, 1911).

L'observation a sa valeur, et l'on semble ainsi très légitimement fondé à penser que ces séismes sont en relation directe avec les mouvements épirogéniques manifestés en particulier par le développement des systèmes de terrasses tout autour des Grands Lacs américains, ou mieux, en représentent une sorte de survivance posthume.

On doit aussi admettre qu'il en est de même sur tout le reste du pourtour, Bas Saint-Laurent par exemple, et probablement aussi sur les bords du bouclier scandinave pour les séismes du littoral occidental du golfe de Bothnie et de la Scanie.

Il semble donc que les mouvements épirogéniques doivent jouer un rôle important dans les causes d'instabilité sismique et qu'il s'agit là d'un nouveau et vaste champ de recherches pour la sismologie géologique.

OCÉANOGRAPHIE. — *Sur la migration verticale des animaux bathypélagiques.* Note de M. **Bourée**, présentée par le Prince de Monaco.

Au cours des deux dernières croisières scientifiques de S. A. S. le Prince de Monaco à bord de son yacht *Hirondelle*, nous avons procédé à plusieurs séries de pêches faites de jour et de nuit à des profondeurs semblables. L'engin employé a été le filet de remorque Bourée, qui, immergé à une profondeur déterminée (500^m, 1000^m par exemple), a été remorqué pendant 1 heure à la vitesse de 4 nœuds et rentré ensuite à bord. L'examen des animaux recueillis m'a conduit aux constatations qu'on verra plus loin.

Plusieurs fois nous avons complété ces séries par une pêche pratiquée très près du fond pour avoir des spécimens de la faune existant entre 3000^m par exemple et la surface, et ceci nous a permis de voir quels étaient ceux des animaux habitant cette région de l'Océan qui paraissent pouvoir changer rapidement de zone pendant la nuit, tandis que d'autres n'en changent peut-être pas.

Voici, à titre d'exemples typiques, les résultats de deux séries d'opérations effectuées de la sorte (les animaux à organes lumineux sont en italiques).

1° Stations aux environs de San Miguel (Açores) au-dessus d'un fond de 2000^m :

a. Pêche *de nuit* entre 500^m et la surface : Poissons : 15 *argyropelecus*, 2 *gonostoma polyphos*, 2 némichtydés, 1 eustomias. — Crustacés : 10 *systellaspis*, 9 sergestides, 6 acantephyra, plusieurs phronyma et une crevette. En outre, quelques *calemars*.

b. Pêche *de jour* entre 500^m et la surface : quelques salpes, méduses de surface et phronyma.

2° Stations aux abords de la fosse de Monaco (Atlantique) au-dessus d'un fond de 5200^m :

a. De *jour* entre 2000^m et la surface : Poissons : 1 *gonostoma polyphos*, 1 *chauliodus*, 1 *cyclothone microdon*, 1 *scopélidé*, 2 *sternoptyx*, 1 némichtydé, 1 syema atrum, 2 gastrotomus. — Crustacés : 3 acantephyra, 1 eucopia. — Divers. Un céphalopode et un leptocéphale.

b. Entre la surface et 1000^m (*de jour*) : un leptocéphale, 1 petit némichtydé, 1 *argyropelecus*, 1 *chauliodus*, 1 *cyclotone microdon*, 1 crevette. (Tous les spécimens de cette pêche presque nulle étant d'ailleurs trop petits, le coup de filet de jour entre 0^m et 500^m devenait inutile, puisque le filet avait déjà parcouru cette zone.)

c. Entre la surface et 1000^m (*de nuit*) : Poissons : 2 *idiacanthus*, 1 *gonostoma polyphos*, 11 *chauliodus*, 8 *argyropelecus*, 2 *scopelus*, 1 *cyclothone microdon*, 1 mélanphaes, 1 poisson non déterminé. — Crustacés : 1 *systellaspis*, 7 acantephyra, 11 sergestides, 1 gnatophausia. — Poulpes : 1 *chiroteuthis* et 1 *histioteuthis*. Enfin de nombreux *pyrosomes*.

d. Entre la surface et 500^m (*de nuit*) : Poissons : 2 *idiacanthus*, 2 eustomias, 1 *gonostoma*, 2 *scopelus*, 5 *chauliodus*, 1 *vinciguerria*, 5 poissons non déterminés, 3 larves. — Crustacés : 4 *systellaspis* et, en outre, 2 *calmars*.

e. Entre la surface et 250^m (*de nuit*) : Poissons : 5 *idiacanthus*, 1 *malacosteus*, quelques petits poissons et larves, 1 *stomias boa*. — Divers : 1 leptocéphale et un céphalopode incolore.

Diverses opérations similaires, en d'autres lieux, ayant donné des résultats analogues, j'ai été amené à tirer certaines conclusions et à émettre quelques hypothèses qui ressortent clairement de l'examen qualitatif de chacun de ces coups de filet.

Ces conclusions sont les suivantes :

1° Les pêches pratiquées *de jour* jusqu'à 1000^m au-dessus de grands fonds préalablement reconnus riches ont été à peu près improductives en animaux bathypélagiques, à l'exception de rares spécimens généralement petits ou de quelques animaux qui habitent peut-être cette zone à l'état normal. Au contraire, les pêches *de nuit* ont été très abondantes jusque tout près de la surface.

Il en résulte que de nombreux animaux, et notamment des poissons dont l'habitat normal pendant le jour est situé à une profondeur dépassant 1000^m,

montent pendant la nuit à une faible distance de la surface [1]. On voit donc qu'en l'espace de quelques heures ces êtres peuvent subir une variation de pression d'une centaine de kilogrammes au moins par centimètre carré et passer de la température de 6° environ à celle de 17° et même plus. Cette dernière constatation contredit la croyance assez généralement répandue qui veut que les animaux de chaque espèce vivent à des températures à peu près constantes.

2° Certaines espèces (comme les *gastrotomus* par exemple) n'ont pas été capturées par nous, de nuit, entre la surface et 1000^m; il est donc possible que certains animaux n'obéissent pas à cette loi de la migration verticale; mais j'ai été frappé de ce fait que les poissons bathypélagiques à organes lumineux paraissaient la suivre. Or les dernières recherches sur la pénétration de la lumière dans l'eau ont prouvé que certains rayons du spectre solaire pouvaient être décelés jusqu'à 1000^m de fond. Cette zone de 1^{km} peut donc être habitée d'une façon permanente par diverses espèces dont les organes visuels se sont adaptés de façon à percevoir la faible lumière régnant dans le milieu mais qui se trouvent dans les ténèbres lorsque le soleil s'est couché ou lorsque son obliquité est suffisamment accentuée. A ce moment on peut supposer que les animaux lumineux des couches plus basses remontent dans la zone devenue obscure pour y chercher leur alimentation en attirant leurs proies grâce à la phosphorescence qu'ils émettent. N'est-ce pas de la sorte et pour des raisons analogues que certains pêcheurs attendent la nuit pour pratiquer l'opération si destructive de la pêche au feu?

3° Deux coups de filet donnés par nous de jour et de nuit à 1000^m et à 500^m au-dessus d'un fond de 1200^m (situé à proximité de grands fonds riches) ne nous ont rapporté que de très rares et de très petits spécimens d'espèces bathypélagiques dont c'était peut-être l'habitat normal.

Ce fait tend à prouver que la migration nocturne des animaux de grand fond est exclusivement verticale.

Une très intéressante méthode de travail consisterait donc à effectuer des séries de pêches, à des profondeurs diverses, de jour et de nuit, au moyen d'un filet de remorque immergé par des fonds régulièrement croissants (1000^m, 1500^m, 2000^m, 2500^m, etc.).

On aurait ainsi un moyen de vérifier les conclusions formulées dans les

---

(1) Murray a pris un *idiacanthus* la nuit à 50^m de la surface et des *stomias* lumineux sont souvent trouvés dans les filets à anchois dont la pêche se pratique la nuit.

deux derniers paragraphes de cette Note et qu'un nombre encore trop restreint d'observations ne me permet d'énoncer qu'à titre d'hypothèses très probables.

Cette façon de procéder, complétée par une statistique des captures faites à chaque station, donnerait rapidement une idée de l'habitat normal de chaque espèce de poissons bathypélagiques dont la présence nocturne près de la surface ne serait sans doute constatée qu'au-dessus des grands fonds où ils ont besoin de pouvoir se réfugier pendant le jour.

M. **Albert Nodon** adresse, par l'entremise de M. *Branly*, une Note intitulée : *Magnétomètre pour les études météorologiques. Description de l'appareil, ses applications à la Physique du globe et à la prévision du temps.*

M. **René Arnoux** adresse une Note intitulée : *La sécurité en aéroplane. Nouvelle méthode de conduite par le moteur supprimant les manœuvres dangereuses de la méthode actuelle.*

M. **Witold Jarkowski** adresse une Note intitulée : *Équation du barogramme de la montée d'un aéroplane.*

(Ces deux Notes sont renvoyées à la Commission d'Aéronautique.)

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie.

Ph. v. T.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 18 NOVEMBRE 1912.

Ministère du Travail et de la Prévoyance sociale. *Statistique générale de la France. Statistique des familles en* 1906. Paris, Imprimerie nationale, 1912; 1 vol. in-4°.

Ministère de l'Instruction publique. *Annales du Bureau central météorologique de France*, publiées par M. A. ANGOT; année 1910 : II. *Observations.* Paris, Gauthier-Villars, 1912; 1 vol. in-4°.

Mémoire au sujet du navire à vapeur sur son cercle de giration : Forces en jeu, angles de dérive et d'inclinaison, par L.-E. BERTIN, Membre de l'Institut, Directeur du Génie maritime. (Extr. du *Mémorial du Génie maritime;* fasc. XIV.) Paris, Imprimerie nationale, 1912; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Bibliothèque nationale. *Catalogue des manuscrits éthiopiens de la collection* ANTOINE D'ABBADIE, par M. CHAÎNE. Paris, Imprimerie nationale, 1912; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. H. Omont.)

Leçons de Chimie à l'usage des élèves de Mathématiques spéciales, par HENRI GAUTIER et GEORGES CHARPY; 5e édition, revue et mise à jour par G. CHARPY. Paris, Gauthier-Villars, 1912; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Le Chatelier.)

Sur la constance de la radiation solaire, par M. ÉMILE SCHWŒRER. Madrid, 1911; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Appell.)

Conspectus floræ africæ, ou énumération des plantes d'Afrique, par TH. DURAND et HANS SCHINZ. Tome I (2e partie) : *Dicotylédones* (Ranunculaceæ. Frankeniaceæ). — Tome V : *Monocotyledoneæ et Gymnospermeæ.* Bruxelles, Jardin botanique de l'État; Paris, Paul Klincksieck; Berlin, R. Friedlender et fils, 1895-1898; 2 vol. in-8°. (Présenté par M. Ph. van Tieghem, de la part des héritiers Th. Durand.)

The danish Ingolf-Expedition. Tome II, part 5 : *Lamellibranchiata*, part 1, by AD.-S. JENSEN. — Tome V, part 3 : *Ceriantharia*, by OSKAR CARLGREN. Copenhague, H. Hagerup, 1912; 2 fasc. in-4°. (Présenté par M. Ph. van Tieghem.)

Le Volvox, par CHARLES JANET. Limoges, Decourcieux et Gout, 1912; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

L'origine et le système phylétique des Angiospermes, exposés à l'aide de leur arbre généalogique, par HANS HALLIER. (Extr. des *Archives néerlandaises des Sciences exactes et naturelles;* série III, B, t. I, p. 146, novembre 1912.) 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Pour chronomètres marins : Spiral cylindrique double, ANDRADE. S. l. n. d.; 1 fasc. in-8°. (Hommage de M. J. Andrade.)

Mesure de l'équilibre des circuits téléphoniques, par M. BÉLA GÁTI. Paris, A. Dumas, 1912; 1 fasc. in-8°.

The Nautical Almanac and Astronomical Ephemeris, for the year 1915, *for the meridian of the Royal Observatory at Greenwich.* Édimbourg, 1912; 1 vol. in-8°.

The Tokyo imperial University Calendar, 2571-2572 (1911-1912), published biennialty by the University. Tokyo, Z.-P. Maruya et Cie; 1 vol. in-8°.

U. S. Department of Agriculture. *Weather Bureau;* Bulletin W : *Summaries of climatological data by sections;* t. I and II. Washington, 1912; 2 vol. in-4°. (En feuilles.)

ERRATA.

(Séance du 10 juin 1912.)

Note de MM. *Daniel Berthelot* et *Henry Gaudechon*, Sur le rôle de la longueur d'onde dans les réactions photochimiques, etc. :

Page 1599, ligne 16, *au lieu de* 0,3 microfarad, *lire* 0,003 microfarad.

(Séance du 7 octobre 1912.)

Note de M. *N. Saltykow*, Sur la théorie des équations partielles :

Page 639, lignes 15 et 16, *au lieu de* les intégrales qu'on obtient pour le système linéaire correspondant sont les mêmes, *lire* les intégrales complètes qu'on obtient sont les mêmes.

N° 21.

TABLE DES ARTICLES (Séance du 18 Novembre 1912).

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ÉLECTIONS.

CORRESPONDANCE.

N° 21.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

50192 PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : GAUTHIER-VILLARS.

1912

DEUXIÈME SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME 155.

N° 22 (25 Novembre 1912).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SEANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1912

REGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Toute Note manuscrite d'un Membre de l'Académie ou d'une personne étrangère ne pourra paraître dans le *Compte rendu* de la semaine que si elle a été remise le jour même de la séance.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Les *Comptes rendus* ne reproduisent pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin ; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* ne contiennent ni planches, ni figures.

Dans le cas exceptionnel où des figures seraient autorisées, l'espace occupé par ces figures comptera pour l'étendue réglementaire.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 25 NOVEMBRE 1912.

PRÉSIDENCE DE M. LIPPMANN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Cinquième liste de nébuleuses découvertes à l'Observatoire de Paris.* Note de M. G. Bigourdan.

Cette liste fait suite à celles que j'ai publiées dans les *Comptes rendus*, Tomes CV, CXII, CXXIII et CXXIV.

Les nébuleuses qu'elle renferme ont été découvertes avec l'équatorial de la Tour de l'Ouest, dont l'objectif a $0^m,31$ d'ouverture utile.

Dans la notation des grandeurs, 13,5 désigne l'éclat des objets qui sont pour mon œil à l'extrême limite de visibilité dans cet instrument; par suite il peut y avoir doute, sinon sur l'existence, du moins sur le caractère nébuleux des objets dont l'éclat est 13,5 ; et il en est de même pour les amas très faibles et pour les nébulosités qui accompagnent certaines étoiles.

Ces nébuleuses ont été généralement rapportées à des étoiles voisines, et même pour la plupart d'entre elles leurs mesures sont déjà publiées dans les *Annales de l'Observatoire de Paris* (Observations); mais elles n'avaient pas encore reçu de numéro spécial, indispensable cependant pour qu'il soit possible de les insérer dans les catalogues.

Numéros.	Ascension droite. 1900,0	Déclinaison. 1900,0	Dates de la découverte, de la description. — Description et remarques.
456	h m s 0.15. 9	° ′ + 0.17	1894 Oct. 27. — Objet stellaire de gr. 13,3 qui paraît accompagné de matière nébuleuse. Peut-être la nébulosité de 78 N.G.C. s'étend-elle jusque-là.
457	1. 0.54	+31.53	1884 Nov. 15. — Gr. 13,0. Objet d'aspect mixte et qui plus tard (1884 Nov. 19 et 1897 Oct. 30) a paru tout à fait stellaire.
458	1. 1.27	+31.47	1884 Nov. 19. — Gr. 13,4-13,5. Petite nébuleuse à peine plus brillante au centre, sans noyau.
459	1. 2.54	+32.36	1886 Oct. 30. — Objet un peu nébuleux situé vers $p = 30°$, $d = 1'$ par rapport à 392 N.G.C.
460	1. 3.29	+32. 6	1886 Oct. 28 et Nov. 19. — Gr. 13,3. Néb. arrondie et de 25″ de diamètre, avec noyau assez stellaire.
461	1. 9.16	+ 3.50	1897 Déc. 22. — Objet demi-nébuleux, demi-stellaire.
462	1. 9.37	+ 3.40	1897 Déc. 22. — Objet légèrement nébuleux, placé à côté d'une ⋆ 13,1 située vers $p = 60°$, $d = 0',7$.
463	1. 9.50	+ 3.46	1897 Déc. 22. — Objet un peu nébuleux.
464	1.11. 4	+32.37	1896 Nov. 25. — Étoile de gr. 13,2 autour de laquelle on entrevoit quelques traces excessivement faibles de nébulosité.
465	1.17.37	+32.54	1885 Déc. 1er. — Néb. de gr. 13,5, difficile à distinguer de 499 N.G.C. qui est vers $p = 335°$, $d = 0',8$.
466	1.18.11	+32.32	1886 Nov. 18 (504₂ N.G.C.). — Néb. de gr. 13,4 très voisine d'une ⋆ 13,4 située vers $p = 270°$, $d = 0',8$. Serait-ce 292 G.C. que Dreyer identifie à 291 G.C. ?
467	1.19.15	+32.53	1885 Déc. 1. — Petit objet stellaire qui paraît légèrement nébuleux et qui, par rapport à 517 N.G.C., se trouve vers $p = 95°$, $d = 2',5$.
468	1.26. 3	+32.58	1885 Nov. 5. — Objet formé par deux étoiles de gr. 13,3-13,4, accompagnées peut-être d'autres plus faibles ; le tout paraît entremêlé de nébulosité.
469	1.49. 5	+39.53	1891 Déc. 20. — Trace excessivement faible de nébulosité avec cinq à six étoiles dispersées formant un petit amas. — Une ⋆ 13,2-13,3 est vers $p = 200°$, $d = 0',8$.
470	1.51.17	+32.34	1897 Nov. 21. — Gr. 13,5. A la position indiquée on entrevoit divers objets plus ou moins nébuleux : on a mesuré celui qui s'aperçoit le moins difficilement.
471	1.51.34	+44.18	1891 Janv. 9. — Gr. 13,4. Objet nébuleux de 40″ de diamètre, formé par plusieurs étoiles voisines très faibles.
472	1.57.19	+37.44	1897 Déc. 24. — Gr. 13,4. Objet fortement granuleux et de 30″ d'étendue environ.
473	1.57.44	+37.46	1897 Déc. 24. — Gr. 13,4-13,5. Objet nébuleux de 30″ d'étendue environ.
474	2. 3.33	+ 7.25	1898 Nov. 17. — Étoile de gr. 13,2-13,3 qui, par instants, a paru accompagnée de nébulosité.

Numéros.	Ascension droite. 1900,0	Déclinaison. 1900,0	Dates de la découverte, de la description. — Description et remarques.
	h m s	° ′	
475	2.18.46	+41.23	1888 Janv. 14. — Objet assez stellaire et qui même a paru ensuite complètement stellaire.
476	2.20.21	+18. 0	1897 Déc. 20. — Étoile de gr. 10 autour de laquelle on a cru entrevoir quelques traces, bien douteuses, de nébulosité.
477	2.33.46	+ 6.10	1896 Nov. 28. — Étoile de gr. 13,2 qui paraît accompagnée d'un peu de nébulosité.
478	2.35.38	+ 0.55	1897 Déc. 21. — Objet nébuleux de gr. 13,5, très voisin de ce qui a été pris pour 1043 N.G.C., vers $p = 200°$, $d = 0',4$.
479	2.37.18	—15.29	1898 Déc. 7. — Objet (β) de gr. 13,4, qui paraît nébuleux.
480	2.37.23	—15.34	1898 Déc. 7. — Objet (α) de gr. 13,4, qui paraît nébuleux.
481	2.57.54	+42.26	1891 Fév. 26. — Objet stellaire, légèrement nébuleux, voisin de la position attribuée à 1174 N.G.C. Par rapport à une étoile double (12,5 et 12,5; $p = 25°$, $d = 12''$), il est vers $p = 260°$, $d = 2',5$.
482	3. 3.15	— 4.35	1901 Janv. 17. — Gr. 13,4. Objet nébuleux, granuleux et de 30″ à 40″ d'étendue.
483	3.10. 7	+40.58	1884 Oct. 19 et 1902 Janv. 29. — Gr. 13,3. Néb. nettement granuleuse, arrondie et de 15″ de diamètre.
484	3.50. 3	—20.47	1895 Déc. 15. — Objet nébuleux soupçonné un instant.
485	4.31. 7	— 3.25	1895 Janv. 15. — Objet demi-nébuleux, formé presque sûrement par une étoile double assez serrée et dont les composantes sont de gr. 13.
486	4.34.17	—19. 7	1898 Déc. 7. — Plage nébuleuse excess[t] faible et a. large.
487	4.36. 7	—20.39	1891 Déc. 2. — Gr. 13,5. Objet excessivement faible; même on l'a perdu de vue dans le cours des mesures.
488	4.53.41	—15.29	1896 Déc. 9. — Gr. 13,4. Néb. de 30″ de diamètre, granuleuse: paraît être un amas de 3-4 étoiles t. faibles, accompagnées de q. q. traces de nébulosité.
489	5.39.58	—10. 2	1896 Fév. 12. — Cet objet, qui d'abord a paru stellaire, a plus tard paru nébuleux, mais de gr. 13,5.
490	7. 1.46	+50.18	1885 Nov. 16. — Gr. 13,4. Nébuleuse petite, avec noyau légèrement stellaire.
491	7. 2.53	+50.17	1885 Nov. 15. — Gr. 13,4. Petite néb. d'env. 15″ de diam., avec noyau demi-stellaire qui ressort a. bien. Une ✶ 13,1 est vers $p = 175°$, $d = 0',5$.
492	7. 2.58	+50.20	1885 Nov. 16. — Gr. 13,4-13,5. Néb. de 15″ d'étendue, entrevue seulement.
493	7. 3. 4	+50.15	1885 Nov. 16. — Gr. 13,4. Néb. diffuse de 20″ à 25″ de diam., assez granuleuse, difficile à voir à cause de plusieurs étoiles voisines, notamment d'une ✶ 12,5 située vers $p = 97°$, $d = 0',6$.
494	7. 3.24	+50.18	1885 Nov. 15. — Gr. 13,4. Néb. d'env. 15″ de diamètre, plus brillante au centre, mais sans noyau stellaire.

Numéros.	Ascension droite. 1900,0	Déclinaison. 1900,0	Dates de la découverte, de la description. — Description et remarques.
	h m s	° ′	
495	7. 3.52	+50.24	1885 Nov. 15. — Gr. 13,4. Néb. de 15″ à 20″ de diamètre, plus brillante au centre, qui a l'aspect un peu stellaire.
496	7.21.12	+34. 1	1885 Fév. 5. — Gr. 13,5. Néb. t. diffuse, de 45″ de large; dans son étendue on soupçonne une ⋆ qui est à l'extrême limite de visibilité.
497	7.48. 5	+57. 5	1895 Fév. 26. — Gr. 13,5. Objet stellaire près duquel se trouve une ⋆ 11,5-12, située vers $p=41°$, $d=1',5$.
498	7.53.21	+ 7.44	1890 Janv. 23. — Objet (A) extrêmement faible (13,5), entrevu seulement.
499	7.53.30	+ 7.44	1890 Janv. 23. — Objet (B) de gr. 13,4-13,5, un peu nébuleux et qui paraît être sûrement un petit amas d'env. 30″ de diamètre.
500	8.11.44	+50.24	1903 Janv. 31. — Groupe de plusieurs ⋆ de gr. 13 à 13,3, parmi lesquelles on soupçonne de la matière nébuleuse.
501	8.28.40	−15.51	1903 Janv. 25. — Étoile de gr. 13,3 qui paraît accompagnée d'une trace de nébulosité, dont l'existence est d'ailleurs incertaine.
502	8.28.59	+78.21	1902 Fév. 11. — Amas de plusieurs petites étoiles qui s'aperçoivent distinctement et dont l'ensemble est un peu nébuleux.
503	8.29.54	+78.30	1902 Fév. 11. — Gr. 13,4. Objet fortement granuleux, un peu nébuleux et d'env. 40″ de diamètre; paraît être un amas.
504	8.42.43	+19.24	1887 Fév. 23. — Gr. 13,4-13,5. Objet nébuleux qui, par rapport à 2667 N.G.C, est vers $p=30°$, $d=2'$: ce serait donc l'objet indiqué ainsi par L[d] Rosse (p. 69) près de 1699 G.C. : *eF companion about 2′ nf.*
505	8.47. 4	− 2.20	1896 Fév. 16. — Gr. 13,4-13,5. Objet a. nébuleux, avec de petits points stellaires excess[t] faibles. Le 27 janv. 1903 on n'a pu le revoir, au moins d'une manière certaine.
506	8.59.16	+18.46	1894 Fév. 28. — Gr. 13,5. Trace de nébulosité t. diffuse, presque complètement insaisissable, mais dont l'existence paraît certaine.
507	9.13.28	+34.21	1885 Mars 11. — Gr. 13,3-13,4. Objet d'aspect mixte; paraît être une ⋆ accompagnée d'un peu de nébulosité.
508	9.29.52	+10.43	1897 Mars 3. — Gr. 13,4-13,5. Étoile t. faible qui a paru accompagnée de q.q. traces de nébulosité. Cet objet se trouve à peu près à la position donnée par N.G.C. pour 2919 N.G.C.; mais cette dernière nébuleuse paraît être celle que l'on a mesurée à la position : $9^h 29^m 25^s$; $+10° 43'$.
509	9.35. 0	+73.20	1901 Avril 21. — Objet nébuleux qui passe 26^s avant 474 B.D. $+73°$ et 2′40″ au Sud. Dans le voisinage on entrevoit d'autres objets qui paraissent également nébuleux.
510	9.37.12	+36.43	1907 Mars 6. — Gr. 13,4. Objet un peu nébuleux, assez fortement stellaire.
511	9.41.27	+ 6.10	1899 Avril 11. — Gr. 13,4. Objet granuleux qui pourrait n'être

Numéros.	Ascension droite. 1900,0	Déclinaison. 1900,0	Dates de la découverte, de la description. — Description et remarques.
			qu'une simple étoile, mais qui, par instants, a paru être accompagné de nébulosité.
512	h m s 9.51.31	° ′ + 1.48	1897 Février 24. — Gr. 13,5. Objet extrêmement faible et d'aspect douteux.
513	10.13.45	−17.28	1906 Mars 27. — Objet d'environ 20″ d'étendue, très voisin de la nébuleuse 3200 N.G.C. avec laquelle il se confond parfois.
514	10.32.37	−27.8	1898 Avril 13. — Gr. 13,3-13,4. Objet un peu nébuleux, granuleux et de 25″ environ de diamètre.
515	10.46.0	+61.55	1903 Fév. 28. — Gr. 13,4. Objet [stellaire] accompagné de quelques traces de nébulosité.
516	10.47.8	+ 8.26	1901 Mars 24. — Gr. 13,5. Objet nébuleux extrêmement faible, mais dont l'existence paraît certaine.
517	10.47.29	+10.40	1898 Mars 26. — Objet entrevu seulement.
518	11. 5.46	+29.15	1885 Mars 13. — Nébuleuse soupçonnée seulement, à côté de 3561 N.G.C.
519	11. 8.53	+56.12	1901 Avril 19. — Gr. 13,4. Objet d'aspect mixte, nettement nébuleux, d'environ 15″ de diamètre.
520	11.10.28	+56.16	1901 Avril 12 et 19. — Gr. 13,4. Nébuleuse très diffuse, granuleuse de 1′ environ de diamètre.
521	11.16.53	+38.19	1888 Avril 14. — Objet [nébuleux] qui est à l'extrême limite de visibilité.
522	12.59.31	+56.44	1901 Avril 23. — Étoile de gr. 13,3 accompagnée d'un peu de nébulosité; elle est à côté d'une étoile de gr. 12,5.
523	13. 0.13	+56.10	1901 Avril 23. — Gr. 13,3-13,4. Nébuleuse a. diffuse, un peu stellaire, de 35″ de diamètre, avec condensation un peu granuleuse.
524	13. 2. 0	+14.10	1894 Avril 27. — Petit amas de q.q. ★ de gr. 13 ou plus faibles, contenues dans un cercle de 30″ à 40″ de diamètre.
525	13. 4.54	+62.48	1903 Mai 2. — Gr. 12,5. Objet nettement diffus, a. stellaire et de 10″ de diamètre, avec noyau stellaire qui ressort a. bien.
526	13. 5. 2	+62.49	1903 Mai 2. — Étoile de gr. 12,5 qui n'est pas complètt stellaire.
527	13. 5.42	+62.38	1903 Mai 2. — Gr. 13,4-13,5. Objet d'aspect nébuleux.
528	13. 6. 3	+30.14	1897 Avril 23. — Gr. 13,4 ou 13,4-13,5. Objet diffus d'env. 30″ de diamètre.
529	13. 7.18	+23.22	1887 Mai 17. — Étoile de gr. 13,3 ou 13,4, entourée peut-être de nébulosité, et autour de laquelle on soupçonne quelques points à l'extrême limite de visibilité.
530	13.13.43	−12.12	1896 Mai 12. — Traces de nébulosité qui exigent un instrument plus puissant.
531	13.22. 2	+36.26	1907 Juin 12. — Traces de nébulosité très diffuse, entrevue seulement.
532	13.45.43	+41.19	1901 Mai 13. — Objet assez fortement stellaire, mais qui paraît un peu nébuleux, un peu granuleux.

Numéros.	Ascension droite. 1900,0	Déclinaison. 1900,0	Dates de la découverte, de la description. — Description et remarques.
533	13.48.23 (^{h} ^{m} ^{s})	+ 5.48 ($^\circ$ $'$)	1896 Mai 9. — Objet d'aspect douteux, soupçonné seulement.
534	13.54.43	+38.41	1903 Mai 2. — Gr. 13,3-13,4. Objet d'aspect a. diffus; cette apparence est produite peut-être par plusieurs ⭑ très rapprochées.
535	13.55.35	+48.56	1901 Mai 24. — Gr. 13,5. Trace d'objet nébuleux assez étendu.
536	13.56.50	+10. 4	1896 Juin 5. — Gr. 13,4. Étoile demi-nébuleuse, accompagnée de nébulosité excess[t] faible et de 25″ à 30″ de diamètre.
537	16.13.15	+62.48	1888 Août 31. — Gr. 13,3-13,4. Néb. d'aspect granuleux, arrondie et de 25″ à 30″ de diamètre.
538	16.33.39	+36.17	1895 Juin 28. — Gr. 13,5. Trace de nébulosité, entrevue seulement.
539	16.34.24	+36.12	1886 Août 28. — Gr. 13,4-13,5. Néb. très diffuse, d'env. 30″ d'étendue, sans noyau; mais par instants on aperçoit dans son étendue plusieurs ⭑ excess[t] faibles qui scintillent.
540	17.13. 9	+43.58	1891 Sept. 6. — Gr. 13,4-13,5. Néb. t. diffuse, d'env. 40″ d'étendue, tout contre laquelle se trouve une ⭑ 12-12,5, vers $p = 95^\circ$, $d = 0',5$; cette ⭑ gêne beaucoup pour mesurer la nébuleuse.
541	17.14. 9	+57.26	1891 Sept. 6. — Gr. 13,4-13,5. Paraît être un mélange de petites étoiles et de nébulosité.
542	17.44.11	+55.49	1890 Oct. 13. — Étoile 13,4-13,5, d'aspect un peu nébuleux.
543	17.44.29	+55.55	1890 Oct. 13. — Au point indiqué on soupçonne deux objets d'aspect mixte et dans le voisinage on en soupçonne d'autres encore : les uns et les autres exigent un instrument plus puissant.
544	17.45.19	+57.26	1890 Oct. 16. — Gr. 13,5. Objet assez nébuleux, entrevu seulement.
545	17.46.16	+17.35	1885 Juillet 9. — Gr. 13,4. Objet d'aspect stellaire qui paraît être une petite nébuleuse de 10″ de diamètre. Les coordonnées sont incertaines.
546	20.42. 7	— 0. 3	1884 Juill. 27, etc. — Gr. 13,4. Nébuleuse (*c*) d'env. 10″ de diamètre, avec noyau stellaire.
547	20.42.15	0. 0	1884 Sept. 22, etc. — Gr. 13,5 (*k*). Paraît formée par q. q. traces de matière nébuleuse, avec, au moins, une très petite étoile.
548	20.42.31	— 0. 2	1884 Juill. 27, etc. — Petit amas (*d*) de 3 ou 4 étoiles, dont la principale paraît très légèrement voilée.
549	20.59.12	—12.45	1886 Août 27. — Gr. 13,4. Néb. diffuse, arrondie et de 25″ environ de diamètre.
550	21. 9.57	+ 4. 3	1891 Sept. 5. — Gr. 13,4-13,5. Objet presque sûrement nébuleux.
551	21.24.43	+ 6.23	1886 Juill. 31. — Gr. 13,4. Amas de 2 ou 3 petites étoiles dont l'ensemble a, au premier abord, l'aspect nébuleux.
552	22.11. 1	— 5.30	1888 Oct. 5. — Étoile de gr. 13,4 qui paraît accompagnée d'un peu de nébulosité.
553	22.11.19	+36.48	1895 Oct. 16. — Gr. 13,4-13,5. Néb. de 15″ à 20″ d'étendue, entrevue tout contre 7242 N. G. C., vers $p = 45^\circ$, $d = 0',5$.

Numéros.	Ascension droite. 1900,0	Déclinaison. 1900,0	Dates de la découverte, de la description. — Description et remarques.
	h m s	° ′	
554	22.11.43	−16.27	1894 Oct. 27. — Gr. 13,5. Objet [nébuleux] excess^{t} faible, qu'on a perdu de vue pendant les mesures.
555	22.12.20	−16.12	1898 Oct. 16. — Gr. 13,4. Néb. a. large, 40″ peut-être de diamètre, dont la région centrale paraît parsemée de petits grains stellaires.
556	22.26.48	+30.26	1884 Août 24-Sept. 17. — Gr. 13,3-13,4. Petite nébuleuse de 15″ env. de diamètre, avec région centrale un peu stellaire.
557	22.32. 7	+33.55	1884 Oct. 23. — Gr. 13,5. Paraît être une nébuleuse dans laquelle on entrevoit deux étoiles.
558	22.40. 8	+10.38	1898 Déc. 5. — Gr. 13,5. Objet excess^{t} faible, entrevu seulement.
559	22.57.34	+26.30	1895 Nov. 19. — Gr. 13,4-13,5. Objet demi-nébuleux, demi-stellaire, a. étendu. Une ⋆ 13,2 est vers $p = 105°$, $d = 2',5$.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la détermination du coefficient respiratoire réel.* Note de MM. L. Maquenne et E. Demoussy.

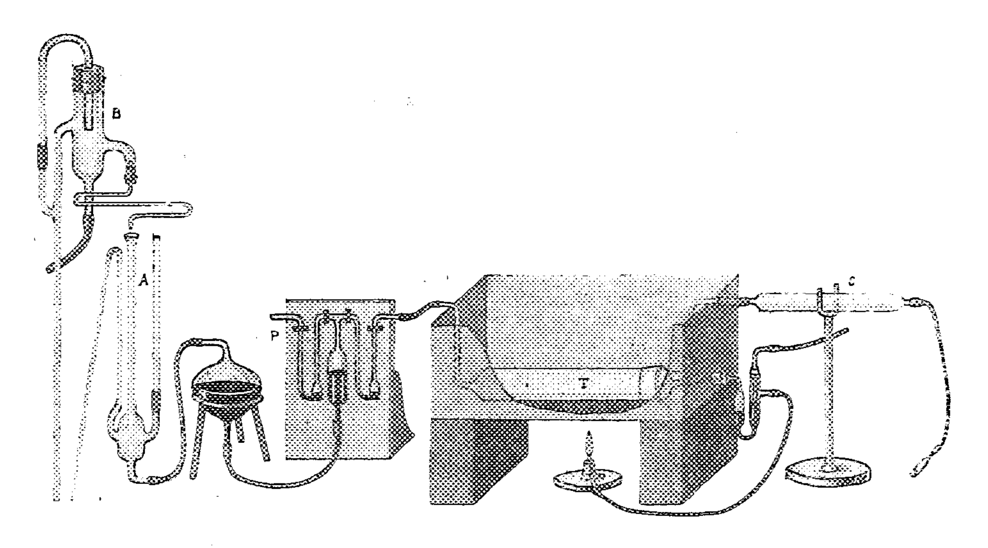
Dans une Communication précédente nous avons montré que le quotient respiratoire réel est toujours supérieur aux rapports apparents que donne la méthode de l'air confiné et qu'il est à peu près impossible de le déduire correctement de ceux-ci.

La méthode du vide, employée d'abord par Dehérain et Maquenne, permet de le déterminer avec une approximation souvent suffisante, mais son exactitude dépend de conditions variables, notamment de la rapidité avec laquelle les échanges gazeux s'effectuent entre le sujet et l'atmosphère. En effet, dans un espace clos comme celui où l'on enferme les feuilles, le vide a pour limite la tension de la vapeur d'eau qui le sature et, lorsque la trompe n'extrait plus de gaz, le suc cellulaire, si la diffusion est lente, peut rester encore saturé d'acide carbonique sous une pression d'une quinzaine de millimètres de mercure, ce qui équivaut, pour 10^{g} de feuilles, au volume non négligeable de 0$^{cm^3}$,25 à 0$^{cm^3}$,5. Il en résulte une perte indéterminée, d'autant plus forte que la masse qui s'oxyde est moins perméable; quant à l'effet inverse, c'est-à-dire un dégagement d'acide carbonique par respiration intracellulaire, il n'est pas à redouter, la feuille ne se trouvant privée d'oxygène que pendant le temps très court où le vide semble complet; en fait, nous ne l'avons jamais observé au cours des centaines d'extractions que nous avons ainsi pratiquées dans des tubes de 50$^{cm^3}$ de capacité environ.

La méthode du vide doit donc, en général, fournir des nombres trop faibles, très proches de la vérité si les échanges gazeux se font aisément, sensiblement inférieurs et même tout à fait inexacts, s'ils ne s'effectuent que difficilement, comme dans les organes charnus : c'est un fait que nous avons eu occasion d'observer fréquemment.

C'est pour parer à ce défaut que nous avons imaginé le mode opératoire suivant, que nous appellerons *méthode de déplacement*, et qui, irréprochable en principe, se montre en effet supérieur dans l'application à tous ceux qui ont été employés jusqu'ici.

Méthode de déplacement. — C'est en réalité un perfectionnement de la méthode de compensation, décrite autrefois par Dehérain et Maquenne, et de la méthode du courant d'air continu, ou plutôt une combinaison des deux. Elle consiste à envoyer un courant d'air dans un tube chargé de feuilles, sous vitesse constante et assez lentement pour que le gaz qui s'échappe soit analysable avec précision, en d'autres termes renferme au moins 2,5 à 3 pour 100 d'acide carbonique. Au début, ce gaz présente



une composition anormale comme dans la méthode de l'air confiné, mais bientôt, quand il s'échappe autant d'acide carbonique qu'il s'en forme, il s'établit entre les feuilles et l'atmosphère environnante un état d'équilibre, un régime qui reste invariable aussi longtemps que l'intensité et le rapport $\frac{CO^2}{O}$ se maintiennent constants; alors, le gaz qui s'échappe du tube présente une composition également constante, qui répond à celle de l'air modifié conformément au coefficient respiratoire réel : l'analyse en donne immédiatement la valeur exacte.

La partie motrice de l'appareil est constituée par une sorte de vase de Tantale A, qu'alimente un mince filet d'eau, s'écoulant d'un tube capillaire

sous pression rigoureusement constante (¹). Les alternances de pression qui se produisent à la suite des afflux ou des siphonnements d'eau sont transmises à une petite pompe à mercure P qui aspire à chaque oscillation 2^{cm^3} à 4^{cm^3} d'air, suivant son réglage et ses dimensions, et les refoule dans le tube à feuilles, d'où ils déplacent les gaz de la respiration. Le tube à feuilles T est plongé dans un bain d'eau à température constante; les gaz qui en sortent sont recueillis, toujours par déplacement, pour éviter toute variation de pression, dans un tube collecteur C où on les puise pour les analyser; on peut aussi, si on le préfère, obtenir un échantillon des mêmes gaz par prise instantanée dans le tube à feuilles même.

Si l'on admet que le mélange de l'air qui arrive avec les gaz que contient déjà le tube se fait immédiatement, la théorie du fonctionnement de l'appareil est simple.

En conservant les mêmes notations que nous avons déjà employées dans l'étude de la méthode de l'air confiné et désignant par v le volume du gaz qui sort du tube dans l'unité de temps, on a

$$\frac{(a-vx)(1-\delta)}{1-\delta+c\delta}\,dt = \mathrm{V}(1-\delta)\,dx,$$

d'où, en remarquant que $x=0$ pour $t=0$,

$$t=\frac{\mathrm{V}(1-\delta+c\delta)}{v\log e}\log\frac{a}{a-vx}.$$

Pour l'oxygène, on aurait de même

$$0,2096\,v\,dt + 0,2096\,\frac{(a-vx)\,c\delta}{1-\delta+c\delta}\,dt-(a+vy)\,dt=\mathrm{V}(1-\delta)\,dy,$$

d'où, par approximation, en supposant x constant dans le terme correctif très petit qui le contient (²),

$$t=\frac{\mathrm{V}(1-\delta)}{v\log e}\log\frac{\dfrac{0,2096\,ac\delta}{1-\delta+c\delta}-a}{v(0,2096-y)+0,2096\,\dfrac{(a-vx)\,c\delta}{1-\delta+c\delta}-a}.$$

On remplace finalement x par sa valeur au temps t.

(¹) Afin d'exercer une pression suffisante sur la surface du mercure, la partie hydraulique de l'appareil est beaucoup plus haute que ne l'indique le dessin.

(²) On peut donner de la même question une solution plus rigoureuse qui conduit à des résultats du même ordre; nous la ferons connaître dans notre Mémoire d'ensemble.

Les Tables calculées au moyen de ces équations montrent que, si l'on prend comme unité le temps nécessaire à la sortie d'un volume gazeux égal à celui du tube V, il faut de 4,5 à 6 unités de temps, suivant que la densité de chargement est égale à 0,1 ou 0,2, pour arriver à une valeur de $\frac{CO^2}{O}$ approchée à $\frac{1}{100}$ près par défaut. Ce temps peut, du reste, être abrégé de $\frac{1}{3}$ si on laisse au préalable les feuilles enfermées dans le tube, sans courant d'air, pendant un temps calculé de façon que l'atmosphère intérieure soit arrivée à la richesse limite en acide carbonique qu'elle doit avoir à la fin de l'expérience : tous les détails de l'opération seront donnés ultérieurement dans un Mémoire plus étendu; rappelons seulement que, pour un débit de la pompe égal à V par heure et une densité de chargement $\delta = 0,1$, il faut environ 4 heures pour avoir un échantillon de gaz. Lorsqu'on a affaire à des organes qui respirent très activement, on peut terminer toute l'opération en 2 heures; avec ceux qui, au contraire, respirent peu, comme les feuilles de plantes grasses, il faut ralentir la vitesse du courant et alors attendre 25 à 30 heures.

La méthode est donc moins expéditive que celle du vide; c'est un inconvénient lorsqu'il s'agit de feuilles jeunes qui s'épuisent très vite, mais en revanche elle présente l'immense avantage de maintenir les organes étudiés dans un milieu dont la composition, la température et la pression restent constantes, c'est-à-dire dans des conditions aussi rapprochées que possible de celles où ils se trouvent dans la nature.

Lorsque l'intensité respiratoire reste fixe pendant toute la durée de l'expérience elle ne peut donner que des nombres un peu inférieurs au quotient réel; si donc elle fournit parfois des coefficients plus élevés que la méthode du vide, c'est qu'alors celle-ci est incapable d'extraire la totalité de l'acide carbonique contenu dans les feuilles, ce dont on est le plus souvent prévenu par la difficulté de faire le vide.

Il peut arriver aussi qu'une chute rapide de l'intensité respiratoire surélève légèrement le quotient en provoquant le départ d'un peu d'acide carbonique dissous, mais cette influence est bien peu importante, au plus capable de produire une surcharge de 0,02 à 0,03, ainsi que le montre le calcul; on peut d'ailleurs l'éviter complètement en réglant la vitesse du courant d'air de façon que le gaz qui s'échappe garde une composition à peu près constante.

Lorsqu'on opère avec des feuilles qui s'épuisent vite il peut arriver, au contraire, que la méthode de déplacement donne un nombre plus faible que

celle du vide parce qu'elle est moins rapide : c'est alors le plus fort des résultats trouvés qu'il faudra seul retenir et, d'après ce que nous venons de dire, la valeur ainsi obtenue ne sera encore qu'approchée par défaut.

Il est bien entendu qu'un pareil nombre est valable seulement dans les conditions où on l'a trouvé, c'est-à-dire pour la température de l'expérience, l'époque de l'année, l'âge de la feuille dont on s'est servi et les circonstances dans lesquelles on l'a détachée de sa souche.

En général, comme le montre le Tableau suivant, la concordance entre les deux méthodes est satisfaisante quand on prend des feuilles jeunes, facilement perméables aux gaz. Les chiffres indiquent les quotients $\frac{CO^2}{O}$ réels.

Espèces.	Époques.	Vide.	Déplac.	Espèces.	Époques.	Vide.	Déplac.
Aucuba ...	Mars	1,14	1,15	Lis......	Mars	1,09	1,06
Chou......	Avril-Juill.	1,05	1,04	Poirier.	Avril-Mai	1,10	1,10
Fusain	Mars	1,07	1,08	Pois....	Mars	1,03	1,04
Lierre.....	Mai-Juin	1,10	1,08	Rosier ..	Mars	1,03	1,04
Lilas......	Mars	1,12	1,10	Troène..	Juin	1,07	1,05

Lorsqu'on expérimente, au contraire, avec des organes où les échanges gazeux ne s'effectuent qu'avec lenteur la méthode du vide est en retard, quelquefois d'une quantité considérable, sur la méthode de déplacement et ne donne plus, comme celle de l'air confiné, que des rapports apparents, manifestement incorrects et sans signification physiologique propre.

Espèces.	Époques.	Vide.	Déplac.	Espèces.	Époques.	Vide.	Déplac.
Ailante	Juin	1,01	1,14	Marronnier	Juillet	0,89	0,97
Aspidistra	Février	0,84	0,95	Oseille	Mars	1,05	1,10
Aucuba	Juin	1,01	1,09	Phyllocactus...	Janvier	0,77	1,04
Cotyledon ram...	Février	0,86	0,05	Rhubarbe	Avril	0,97	1,01
Crassula port.....	Janvier	0,74	0,92	Sedum acre....	Janvier	0,98	1,03

Cette nouvelle méthode fournit, en outre, un moyen très simple de comparer le quotient respiratoire réel à ceux qu'on peut déduire de l'analyse des gaz chassés hors du tube et recueillis à part depuis le début de la marche de la pompe : le premier, très faible, est voisin du rapport apparent que donnerait la méthode de l'air confiné; les autres croissent d'une façon régulière jusqu'à un maximum qui représente le quotient réel, puis diminuent peu à peu avec une vitesse qui dépend de l'abondance des réserves combustibles dans la feuille.

Toutes ces données de l'expérience sont exactement conformes à la

théorie et il est vraiment curieux de constater que les influences physiologiques imprévues n'apportent pas à ces phénomènes, d'ordre essentiellement physique, davantage de perturbations.

En résumé, on peut, dans le cas des feuilles à parenchyme mince, dont les échanges gazeux avec l'atmosphère sont faciles et rapides, employer indifféremment la méthode du vide ou celle du déplacement, sauf à les contrôler l'une par l'autre. Dans le cas des feuilles charnues, des tiges, du bois ou encore des graines germées, dont l'équilibre avec les gaz extérieurs est difficile à s'établir, la méthode du déplacement reste la seule pratique qui permette d'obtenir une valeur approchée du quotient respiratoire réel.

Nous ferons connaître ultérieurement les résultats que nous avons ainsi obtenus avec diverses espèces végétales.

PHYSIQUE. — *Sur l'action simultanée de la pesanteur et du champ magnétique uniforme sur un gaz ionisé.* Note de M. Gouy.

J'ai montré récemment (¹) que ces actions simultanées déplacent en sens inverse les ions des deux signes, et produisent ainsi un courant électrique, du moins si le gaz est assez raréfié pour que les rencontres ne s'opposent pas à cet effet. L'expérience serait réalisable, par exemple, en ionisant le gaz au moyen d'un pinceau de rayons Röntgen, le vase étant placé dans l'entrefer d'un électro-aimant.

Pour un gaz spontanément ionisé à haute température, les mêmes conclusions restent valables, *à moins toutefois que des ions ne prennent naissance sur les parois elles-mêmes*. Ceux-ci, en effet, sous l'action du champ magnétique, décrivent des trajectoires qui peuvent les ramener aussitôt à la paroi, et l'on voit aisément que, au bas du vase, le moyen mouvement qui leur est ainsi imprimé est de sens opposé à celui que prennent les ions libres au milieu du gaz, sous l'action de la pesanteur et du champ magnétique. C'est le contraire pour le haut du vase, mais si les ions partent des parois plus abondamment en bas qu'en haut, la différence peut compenser le mouvement des ions existant au sein de la masse gazeuse, et annuler ainsi le courant électrique global.

La contradiction qui se présentait entre la théorie cinétique et le principe de Carnot peut donc disparaître, si les ions prennent naissance sur les parois en même temps qu'au sein du gaz, suivant une relation déterminée.

(¹) *Comptes rendus*, 14 octobre 1912.

M. Y. **Delage** fait hommage à l'Académie du Tome XIV (année 1909) de l'*Année biologique*, publiée sous sa direction.

M. **Paul Marchal** fait hommage à l'Académie de son *Rapport sur les travaux accomplis par la Mission d'études de la Cochylis et de l'Eudémis pendant l'année* 1911, publié sous les auspices du Ministère de l'Agriculture.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui sera présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique pour une place de Membre titulaire appartenant à l'Académie des Sciences, vacante au *Bureau des Longitudes* par le décès de M. *H. Poincaré*.

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du candidat de première ligne, le nombre de votants étant 51,

M. Émile Picard réunit	49	suffrages
M. J. Violle »	2	»

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du candidat de seconde ligne, le nombre de votants étant 50,

M. P. Appell réunit	45	suffrages
M. J. Violle »	5	»

En conséquence, la liste présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique comprendra :

En première ligne	M. **Émile Picard**
En seconde ligne	M. **P. Appell**

CORRESPONDANCE.

M. **Imbeaux**, élu Correspondant pour la Section d'Économie rurale, adresse des remercîments à l'Académie.

M. le **Sous-Secrétaire d'État des Postes et des Télégraphes** prie l'Académie de vouloir bien lui faire connaître son opinion touchant les dispositifs électriques dits *Niagaras* et les dangers auxquels peuvent être exposés les bureaux centraux télégraphiques et téléphoniques établis dans leur voisinage.

(Renvoi à la Commission des Paratonnerres, reconstituée de façon à réunir MM. les Membres de la Section de Physique, M. Vieille, M. H. Le Chatelier.)

MM. **H. Auterbe, Ém. Bourquelot, P. Clausmann** adressent des remercîments pour les distinctions que l'Académie a accordées à leurs travaux.

Mme Vve **Cusco** et Mme Vve **Rück** adressent également des remercîments à l'Académie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Savants du jour :* Armand Gautier. *Biographie, bibliographie analytique des écrits*, par Ernest Lebon.

2° *Abrégé sur l'hélice et la résistance de l'air*, par Maurice Gandillot.

3° *Détermination des poids atomiques et des poids moléculaires* (Méthodes chimiques et méthodes physico-chimiques), par Hector Pécheux. (Présenté par M. J. Violle.)

4° Administration des domaines de l'État égyptien. *Rapport présenté à la Commission des Domaines*, par M. Audebeau Bey, *sur les observations faites en* 1911 *dans le centre et le nord du Delta.* (Présenté par M. E. Roux.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la valeur asymptotique de la meilleure approximation des fonctions analytiques.* Note [1] de M. **Serge Bernstein**, présentée par M. Émile Picard.

Je me propose d'indiquer quelques résultats relatifs à la valeur asymp-

[1] Présentée dans la séance du 4 novembre 1912.

totique [1] de la meilleure approximation des fonctions analytiques par des polynomes [2].

1. Soit d'abord

$$f(x) = a_0 + a_1 x + \ldots + a_n x^n + \ldots$$

une fonction entière. Transformons-la en série de polynomes trigonométriques, $T_n(x) = \cos n \arccos x$, comme je l'ai fait au paragraphe 44 du Mémoire *Sur l'ordre de la meilleure approximation des fonctions continues*, publié par l'Académie de Belgique. On a

$$f(x) = A_0 + A_1 T_1(x) + \ldots + A_n T_n(x) + \ldots,$$

où

(1) $$A_{n+1} = \frac{1}{2^n}\left[a_{n+1} + \frac{n+3}{2^2} a_{n+3} + \frac{(n+4)(n+5)}{2^4 . 2!} a_{n+5} + \ldots\right].$$

D'après le paragraphe 61 du Mémoire cité, on a $\lim\limits_{n=\infty} \sqrt[n]{A_{n+1}} = 0$; il y a donc une infinité de valeurs de n, telles que $\left|\frac{A_{n+k+1}}{A_{n+1}}\right| < \rho^k$, ρ étant un nombre aussi petit qu'on veut. Par conséquent, la différence

(2) $$f(x) - A_0 - A_1 T_1(x) - \ldots - A_n T_n(x) = A_{n+1}[T_{n+1}(x) + \varepsilon_n(x)],$$

où ε_n tend vers 0 pour les valeurs considérées de n, aura $(n+2)$ *extrema* successivement de signe contraire asymptotiquement égaux à A_{n+1}. Il y aura donc une infinité de valeurs [3] de n, pour lesquelles A_{n+1} *sera la*

---

[1] Nous disons que A_n est une valeur asymptotique de E_n, lorsque $\lim\limits_{n=\infty} \frac{E_n}{A_n} = 1$.

[2] Dans un Mémoire qui paraîtra prochainement dans les *Acta mathematica*, j'étudie le problème plus difficile de la détermination de la meilleure approximation de $|x|$ par des polynomes de degrés indéfiniment croissants. Une partie des résultats de ce Mémoire est résumée dans ma Note du 22 janvier 1912; et je profite de l'occasion pour indiquer que l'inégalité (3) de cette Note doit être remplacée par

$$\frac{0,286}{2n} > E_{2n} > \frac{0,278}{2n}.$$

[3] Un raisonnement analogue est souvent applicable aux fonctions qui non seulement ne sont pas entières, mais ne sont même pas analytiques. Ainsi l'on vérifiera ce fait curieux que *la fonction sans dérivée, de Weierstrass*,

$$f(x) = \Sigma b^m \cos a^m \arccos x = \Sigma b^m T_{a^m}(x) \qquad (\text{pour } a = 2k+1),$$

a sa meilleure approximation $E_n f(x)$ *exactement égale à* $\frac{b^{m+1}}{1-b}$, *lorsque*

valeur asymptotique de la meilleure approximation $E_n f(x)$ de $f(x)$ sur le segment $(-1, +1)$.

2. Soit, à présent,

$$f(x) = \sum_{i=1}^{i=k} \frac{A_i}{(x-a)^i} + \varphi(x),$$

où a est un nombre *réel*, et $\varphi(x)$ une fonction *holomorphe à l'intérieur de l'ellipse, ayant* $-1, +1$ *pour foyers et* $2|a|$ *pour grand axe* [cela aura lieu, en particulier, si le rayon de convergence de $f(x)$ est $|a|$, la fonction $f(x)$ admettant, entre autres singularités, le pôle a sur son cercle de convergence]. Je dis que la meilleure approximation sur le segment $(-1, +1)$, $E_n f(x)$, *admettra pour sa valeur asymptotique*

$$\frac{n^{k-1}|A_k|}{(k-1)!(a^2-1)^{\frac{k+1}{2}}\left[|a|+\sqrt{a^2-1}\right]^n}.$$

En effet, on peut, sans restreindre la généralité, supposer $a > 0$.

Or, le problème algébrique de la détermination de $E_n\left(\frac{1}{x-a}\right)$ se résout immédiatement moyennant quelques remarques ajoutées aux résultats du Mémoire classique de Tchebischeff *Sur les questions de minima qui se rattachent*, etc. (§ 29-38).

On reconnaît ainsi, en posant

$$(3)\qquad P_n(x) = \frac{\left\{\begin{array}{l}(x+\sqrt{x^2-1})^n\left[ax-1+\sqrt{(a^2-1)(x^2-1)}\right]\\ +(x-\sqrt{x^2-1})^n\left[ax-1-\sqrt{(a^2-1)(x^2-1)}\right]\end{array}\right\}}{2(a^2-1)\left[a+\sqrt{a^2-1}\right]^n},$$

que le polynome d'approximation de degré n de $\frac{1}{x-a}$ sur le segment $(-1, +1)$ est

$$(4)\qquad R_n(x) = \frac{1-P_n(x)}{x-a}$$

et

$$(5)\qquad E_n\left(\frac{1}{x-a}\right) = \frac{1}{(a^2-1)(a+\sqrt{a^2-1})^n}.$$

La détermination exacte de $E_n\left(\frac{1}{x-a}\right)^k$, pour $k > 1$, présente des diffi-

---

$a^m \leq n < a^{m+1}$. On a le premier exemple d'une fonction *non analytique*, dont tous les polynomes d'approximation sont connus explicitement.

cultés considérables, mais sa valeur *asymptotique* peut être déterminée de la façon suivante. Soit d'abord $k=2$. On détermine la constante C par la condition que

$$(6) \qquad Q_n(x) = \frac{CP_n(x)+R_n(x)}{x-a}$$

soit un polynome, ce qui donne

$$C = \frac{n}{\sqrt{a^2-1}} + \frac{a}{a^2-1}.$$

Par conséquent, la différence

$$Q_n(x) - \frac{1}{(x-a)^2} = \frac{P_n(x)}{x-a}\left[\frac{n}{\sqrt{a^2-1}} + \frac{a}{a^2-1} - \frac{1}{x-a}\right]$$

aura $(n+2)$ extrema de signes contraires asymptotiquement égaux à

$$\frac{n}{\sqrt{a^2-1}} E_n\left(\frac{1}{x-a}\right) = \frac{n}{(a^2-1)^{\frac{3}{2}}\left[a+\sqrt{a^2-1}\right]^n}$$

qui sera donc la valeur asymptotique de $E_n\left(\frac{1}{x-a}\right)^2$.

Par le même procédé, on trouvera successivement que la valeur asymptotique de $E_n\left(\frac{1}{x-a}\right)^k$ est égale à

$$\frac{n^{k-1}}{(k-1)!\,(a^2-1)^{\frac{k+1}{2}}\left[a+\sqrt{a^2-1}\right]^n}.$$

On en déduit la conclusion voulue, en tenant compte de ce que, d'après mon Mémoire cité,

$$E_n\varphi(x) = \frac{\varepsilon_n}{(a+\sqrt{a^2-1})^n},$$

où ε_n tend vers zéro avec $\frac{1}{n}$.

NOMOGRAPHIE. — *Réduction de* $F_{123}=0$ *à la forme* $f_1f_3+f_2g_3+h_3=0$. Note de M. **Rodolphe Soreau**, présentée par M. Ch. Lallemand.

Cette réduction a été réalisée par Massau avec quatre quadratures, puis par M. Lecornu avec trois. Je vais montrer qu'en général il suffit de deux quadratures.

Formons les dérivées F'_1, F'_2, F'_3 par rapport aux variables z_1, z_2, z_3 sup-

posées indépendantes dans cette opération préliminaire. Il est possible, en général, de réaliser explicitement la disjonction des variables dans l'un des trois rapports tels que $r_{12}=\frac{F'_1}{F'_2}$. En effet, considérons z_1 et z_3 comme les variables indépendantes, et dérivons par rapport à z_1 :

$$F'_1+F'_2\frac{dz_2}{dz_1}=f'_1 f_3+f'_2 g_3\frac{dz_2}{dz_1},$$

d'où

$$r_{12}=\frac{f'_1}{f'_2}\frac{f_3}{g_3},$$

où les variables sont disjointes.

Lorsqu'on peut réaliser la disjonction dans r_{12} sous forme explicite $r_{12}=\frac{u_1}{u_2}u_3$, il suffira de prendre

$$f'_1=u_1 \qquad \text{d'où} \qquad f_1=\int u_1\,dz_1=U_1+\lambda_1,$$

$$f'_2=u_2 \qquad \text{d'où} \qquad f_2=\int u_2\,dz_2=U_2+\lambda_2,$$

$$\frac{f_3}{g_3}=u_3.$$

Pour discriminer f_3 et g_3, substituons dans la proposée; il vient

$$(U_1u_3+U_2)g_3+\lambda_1u_3g_3+\lambda_2g_3+h_3=0.$$

L'expression $U_1u_3+U_2$, fonction de z_1 et z_2, est donc aussi, eu égard à la proposée, une fonction V_3 de z_3, qu'on obtiendra en substituant dans cette expression z_1 ou z_2, tirée de $F_{123}=0$; l'autre variable s'éliminera du même coup. Par suite

$$U_1u_3+U_2=V_3$$

est équivalente à $F_{123}=0$: c'est donc la forme cherchée. On l'obtient sans avoir à se préoccuper des constantes d'intégration.

Réduction à la forme $f_1+f_2+f_3=0$. — On est averti de ce cas particulier quand la disjonction de r_{12} donne un résultat indépendant de z_3. Il peut être alors intéressant de déterminer f_3 par une troisième intégrale, analogue à celles qui donnent f_1 et f_2, ce qui met les résultats sous une forme entièrement symétrique et dispense de l'élimination, opération parfois difficile avec des équations transcendantes. En effet, dans ce cas particulier, la disjonction est réalisable à la fois pour r_{12}, pour r_{23} et pour r_{31}, ce qui

donne

$$r_{12} = \frac{u_1}{u_2}, \qquad r_{23} = \frac{v_2}{u_3}, \qquad r_{31} = \frac{v_3}{v_1},$$

avec $u_1 v_2 v_3 \equiv v_1 u_2 u_3$. A un coefficient près, v_1 est donc identique à u_1, v_2 à u_2, v_3 à u_3, et l'on peut les prendre égaux. f_1, f_2 et f_3 s'obtiennent par cette règle simple, si les disjonctions peuvent s'effectuer sous forme explicite : Déterminer u_1, u_2 et u_3 par deux disjonctions

$$r_{12} = \frac{F'_1}{F'_2} = \frac{u_1}{u_2}, \qquad r_{13} = \frac{F'_1}{F'_3} = \frac{u_1}{u_3},$$

puis les fonctions f_1, f_2, f_3 par les trois intégrales

$$f = \int u_n \, dz_n = U_n + \lambda_n.$$

On calculera $\lambda = \lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3$ par une solution de la proposée.

Le caractère fonctionnel des équations réductibles à la forme particulière $f_1 + f_2 + f_3 = 0$ est évidemment $\frac{\partial^2 \log r_{12}}{\partial z_1 \partial z_2} = 0$: c'est la condition établie par le comte de Saint-Robert.

Application. — Soit, suivant ma terminologie, l'équation générale d'ordre 3

$$A f_1 f_2 f_3 + B_1 f_2 f_3 + B_2 f_3 f_1 + B_3 f_1 f_2 + C_1 f_1 + C_2 f_2 + C_3 f_3 + D = 0,$$

$$r_{12} = \frac{(A f_2 + B_2) f_3 + B_3 f_2 + C_1}{(A f_1 + B_1) f_3 + B_3 f_1 + C_2} = \frac{T_2}{T_1},$$

avec

$$T_n = (AC_n - B_p B_q) f_n^2 + (AD + B_n C_n - B_p C_p - B_q C_q) f_n + (B_n D - C_p C_q).$$

L'équation générale d'ordre 3 est donc *toujours* réductible à la forme $\varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3 = 0$, avec

$$\varphi_n = \int \frac{df_n}{T_n}.$$

Le discriminant Δ des trinomes T_n est un invariant, comme étant le discriminant de F_{123} : suivant que Δ est positif, nul ou négatif, on obtient donc la réduction $\Sigma \log \overline{f_n}$, $\Sigma \overline{f_n}$ ou Σ arc tang $\overline{f_n}$, avec $\overline{f_n} = \frac{a_n + b_n f_n}{c_n + d_n f_n}$. C'est la solution générale et complète du problème. La discussion longue et laborieuse donnée par M. d'Ocagne pour $\Delta \gtreqless 0$ (*Acta mathematica*) se réduit à quelques lignes, quel que soit Δ.

AVIATION. — *Sur le Vol à voile.* Note de M. **L. Thouveny.**

Principes du Vol à voile. — L'oiseau voilier entretient son énergie et, par suite, son vol en manœuvrant de manière à être actionné à certains moments par une force tangentielle propulsive; les procédés qu'il emploie à cet effet peuvent se ramener à trois types principaux.

L'un d'eux consiste à décrire, avec vent debout, une trajectoire G_0GG_1 (*fig.* 1)

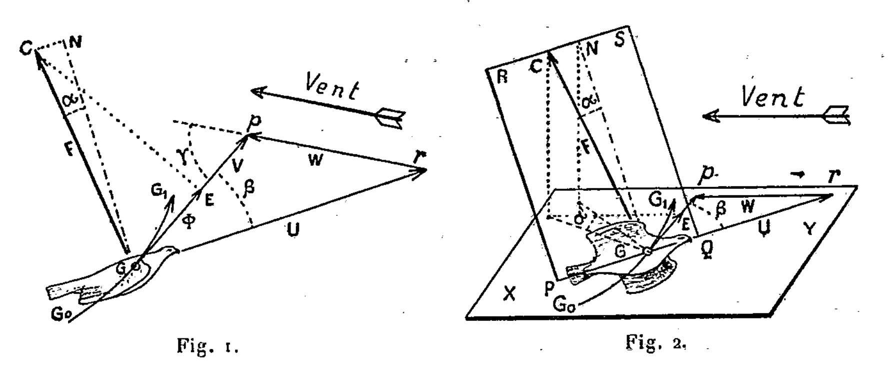


Fig. 1. Fig. 2.

dans un plan vertical. Si Gp est la vitesse absolue V, et rp la vitesse W du vent, le vecteur Gr représente la vitesse relative U par rapport au courant. Le volateur ressent donc un vent relatif dirigé de r vers G, par lequel il est orienté comme une girouette; par suite, la réaction $F = GC$ produite par ce vent relatif sur les surfaces de l'oiseau ne fait qu'un angle α très faible avec la normale GN à Gr; quand cet angle α est $< \beta$, angle formé par V et U, la réaction F fournit, suivant la tangente Gp, une composante motrice $\Phi = GE$. Une construction analogue montrerait que, dans certaines conditions, le voilier ayant vent arrière peut aussi être sollicité par une force propulsive.

La figure 2 explique le troisième procédé : par vent horizontal, de vitesse rp, l'oiseau incliné transversalement exécute un virage suivant G_0GG_1 dans le plan horizontal XY. Pour les mêmes raisons que ci-dessus, il est orienté suivant la vitesse relative Gr, et la réaction F contenue dans son plan de symétrie PQRS donne une composante tangentielle motrice $\Phi = GE$ quand β est $> \alpha'$, projection de l'angle α.

D'après ces considérations, on établit facilement que les conditions dans lesquelles la propulsion Φ prend naissance, sont les suivantes, les inégalités relatives à α, α' et β étant supposées satisfaites :

A. *L'oiseau ayant vent debout décrit une trajectoire dont la pente est plus ascendante ou moins descendante que celle de la vitesse du vent prise en sens inverse.*

B. *L'oiseau ayant vent arrière décrit une trajectoire dont la pente est plus descendante ou moins ascendante que celle du vent.*

C. *Par vent horizontal, l'oiseau décrit dans un plan horizontal une trajectoire opposant sa convexité au vent.*

Quand le vent est horizontal, les énoncés A et B expriment que l'oiseau doit monter avec vent debout et descendre avec vent arrière.

Les évolutions du voilier l'amènent souvent aussi dans des conditions telles que Φ soit, au contraire, retardatrice; ces cas défavorables se ramènent également à trois types principaux, inverses des précédents, et que nous distinguerons par les désignations X (vol avec vent debout; conditions de pentes inverses de A), Y (vent arrière; conditions inverses de B), Z (inverse de C : trajectoire concave vers le côté d'où vient le vent).

Formules. — On pourrait établir directement des relations permettant l'étude analytique du mouvement absolu; mais on obtient plus rapidement les formules nécessaires par la méthode indirecte consistant à considérer le mouvement relatif par rapport à trois axes de coordonnées entraînés dans le vent, et à composer ce mouvement avec celui du courant.

Les forces réelles agissant sur le mobile sont son poids P et la réaction F qui peut toujours se décomposer en une force normale telle que $GN = F\cos\alpha$ et en $F\sin\alpha$ suivant Gr. La vitesse W du vent étant supposée variable en grandeur (mais constante en direction), on doit ajouter une force apparente $\Psi = \frac{P}{g}\frac{dW}{dt}$ où t désigne le temps. Si l'on applique, en outre, une force tangentielle motrice Π représentant la propulsion moyenne produite par les battements d'ailes, on obtient des formules applicables au vol régulier du rameur dans le vent, et convenant aussi pour le voilier quand on y fait $\Pi = 0$.

Cela posé, si l'on applique le théorème des forces vives dans le mouvement relatif, en remarquant que le travail de $F\cos\alpha$ est nul, et en appelant T_P, A_P, Θ_P les travaux de Π, Ψ, $F\sin\alpha$; si, ensuite, par un changement de coordonnées, on rapporte le mobile à trois axes fixes, dont celui des Z vertical, on obtient

$$(a)\qquad P\left(Z_1 + \frac{U_1^2}{2g}\right) - P\left(Z_0 + \frac{U_0^2}{2g}\right) = P\sin i\int_{t_0}^{t_1} W\,dt + T_P + A_P - \Theta_P,$$

où i désigne l'inclinaison du vent sur l'horizon. Soit γ l'angle que font entre elles V et W; le triangle des vitesses V, U, W, analogue aux triangles

Gpr des figures 1 et 2, fournit une valeur de U qui, introduite dans (a), donne

$$(b)\qquad P\left(Z_1+\frac{V_1^2}{2g}\right)-P\left(Z_0+\frac{V_0^2}{2g}\right)
=\frac{P}{2g}(W_0^2-W_1^2)+\frac{P}{g}(V_0W_0\cos\gamma_0-V_1W_1\cos\gamma_1)
+P\sin i\int_{t_0}^{t_1}W\,dt+T_P+A_P-\Theta_P.$$

Enfin, des conditions d'équilibre entre les forces ci-dessus et la force centrifuge, on peut dégager, outre la valeur de l'inclinaison transversale du volateur, l'expression de F, ce qui permet d'évaluer le travail résistant Θ_P à l'aide de formules analogues à celles employées pour les aéroplanes.

Remarquons que le premier membre de (b) représente le gain d'énergie absolue totale; on peut vérifier que dans le Vol à voile, où $T_P=0$, ce gain est positif dans les cas A, B, C, et négatif dans les cas X, Y, Z. On voit aussi que ce gain reçoit un accroissement quand le terme $\sin i$ est positif, c'est-à-dire quand le vent est ascendant.

Étude des manœuvres. — A l'aide des principes et des formules établis, on démontre que par vent horizontal régulier les gains d'énergie obtenus par les manœuvres A, B, C, sont limités et temporaires, et alternent avec des pertes X, Y, Z; mais dans un vent variable le voilier obtient que les gains soient supérieurs aux pertes. Les principes énoncés suggèrent l'explication des manœuvres qu'il exécute dans ce but, et ces hypothèses peuvent être contrôlées au moyen des formules ci-dessus et de quelques autres qui s'en déduisent facilement. Par exemple, ces relations donnent numériquement le gain de hauteur que réalise le voilier dans le Vol ondulé contre vent debout, en montant (Cas A) lorsque le courant se renforce et en descendant (Cas X) quand le vent faiblit. Elles indiquent l'accroissement de force vive obtenu dans le Vol circulaire horizontal où l'oiseau parcourt la demi-trajectoire convexe vers le vent (Cas C) quand ce vent s'accentue, et décrit la demi-trajectoire concave (Cas Z) quand il mollit; de même pour la hauteur gagnée dans le Vol par orbes, qui se réalise à très peu près par le même mécanisme; de même encore pour l'augmentation de force vive résultant du Vol sinueux dans un plan horizontal, où l'oiseau utilise aussi le procédé C, qui est d'ailleurs le plus employé par les voiliers terrestres.

Cette méthode a conduit à des explications rationnelles pour presque toutes les manœuvres connues et suffisamment décrites. Elle a montré,

notamment, que le voilier ne fait pas usage d'un mécanisme unique; tout en n'appliquant qu'un nombre très restreint de principes, il varie assez ses procédés d'exécution pour que chaque type d'évolution comporte sa théorie particulière.

ÉLASTICITÉ. — *Sur une méthode expérimentale pour déterminer à l'avance les tensions qui se produiront dans les constructions.* Note de M. **Mesnager**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Si l'on soumet une feuille de verre à des efforts situés dans son plan et si l'on fait tomber normalement sur elle un rayon polarisé en chaque point : 1° elle transmet deux vibrations parallèles aux tensions principales, ce qui permet de déterminer la direction de celles-ci; 2° la différence de marche de ces deux vibrations permet de calculer la différence des tensions principales, au moyen des déterminations de Werthein; 3° la variation d'épaisseur fait connaître la somme de ces tensions.

Au contour des pièces, la troisième mesure est inutile, la tension principale perpendiculaire au contour étant nulle.

On sait, d'autre part, que les tensions en élasticité à deux dimensions dépendent d'une équation différentielle

$$\Delta(n_x + n_y) = 0, \qquad \Delta = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2}$$

qui ne contient pas les coefficients d'élasticité. Donc, si les conditions aux limites ne dépendent pas des coefficients d'élasticité, la solution est complètement indépendante de ceux-ci.

La répartition des tensions dans le verre est alors identique à celle qu'on aurait dans une matière quelconque.

Jusqu'à présent, on n'a appliqué ces procédés qu'à l'étude des pièces de forme simple. Je m'en suis servi notamment pour rechercher l'étendue des perturbations causées par les charges concentrées. J'ai vérifié aussi les formules de Bresse sur les arcs encastrés en fixant l'arc dans un cadre large de même matière appuyé en deux points sur un plan horizontal. (Les charges verticales de l'arc et les réactions à l'extérieur du cadre étaient indépendantes des coefficients d'élasticité.) Mais n'a pas, à ma connaissance, utilisé cette méthode pour l'étude d'ouvrages compliqués. Cela tient surtout à la difficulté de faire les modèles.

Quand on veut découper les pièces de verre, les user, pour obtenir des épaisseurs variables comme dans des poutres en I, on éprouve de grosses difficultés parce que, d'une part, le prix du travail est très élevé et que, d'autre part, le recuit n'a jamais fait disparaître toutes les tensions intérieures; la suppression d'une partie des blocs rompt l'équilibre et fait apparaître des tensions considérables très gênantes. Il est presque impossible de faire des blocs évidés rappelant les formes des pylônes, par exemple, qu'on a constamment à étudier.

Si l'on essaie de souder les pièces de verre entre elles, la difficulté est la même. On ne peut, malgré toutes les précautions, éviter des effets de trempe importants. On ne peut les corriger par le recuit sans risquer de déformer des modèles coûteux.

J'ai réussi à obtenir d'excellents résultats en collant simplement avec de la gélatine rendue soluble à froid, les unes sur les autres, des pièces de verre découpées dans des feuilles de glace recuites avec soin.

La colle est bien transparente et ne gêne pas les observations; elle donne, une fois sèche, une adhérence tangentielle de 0,5 kg : mm^2 environ, ce qui suffit généralement. On construit le modèle couché et on le laisse sécher dans cette position, ce qui évite à peu près complètement les tensions intérieures. On élimine lors des expériences les petites tensions restantes, en opérant par différence entre les mesures faites sur le modèle sans charge et sur le modèle chargé.

Il devient ainsi facile de contrôler expérimentalement les méthodes approximatives qu'on peut essayer pour tenir compte, dans les ponts en arc, de la solidarité du tablier et de l'arc. Le calcul rigoureux est trop compliqué et, jusqu'à présent, on négligeait généralement, dans les calculs, tout ce qui n'est pas l'arc proprement dit; mais, par suite de la solidarité, les résultats sont modifiés dans une proportion considérable. On pouvait se contenter de résultats grossièrement approchés quand on construisait de petits ouvrages dans lesquels l'économie de matière était secondaire. Mais aujourd'hui, avec les grandes portées, il est indispensable de serrer le problème de plus près.

Pour un projet de pont de 97^m d'ouverture à arc encastré et tablier partiellement solidaire de l'arc, j'ai fait faire un modèle à l'échelle de 3^{mm} par mètre. Ses dimensions ont été déterminées au dixième de millimètre d'après un projet de l'ouvrage. J'ai ramené les sections à des rectangles au moyen de formules de similitude mécanique appropriées. Il a été possible d'obtenir : 1° les points où se produiront les plus grandes tensions; 2° les combinaisons de charges les plus défavorables; 3° la valeur des plus grandes tensions ou pressions.

Les résultats obtenus, d'une part, par addition des effets des charges partielles et, d'autre part, par application directe de la charge totale la plus défavorable, n'ont donné qu'une différence inférieure à 1 pour 100 sur les plus grandes tensions ou pressions.

La dépense du modèle n'a pas atteint le millième de celle de l'ouvrage.

ÉLECTROMAGNÉTISME. — *Remarques sur la Note de M. Kr. Birkeland, relative à l'origine des planètes et de leurs satellites.* Note de M. **Carl Störmer.**

Dans une Note récente [1], M. Kr. Birkeland a publié une hypothèse sur l'origine des planètes et de leurs satellites. Il suppose que le Soleil émet des corpuscules électriques qui se meuvent sous l'action combinée de la gravitation, d'une charge électrique du Soleil et du magnétisme solaire.

Ce problème mécanique de trouver le mouvement d'un corpuscule sous l'action de ces forces a déjà été traité dans un Mémoire que j'ai publié en 1907 en étudiant le cas idéal suivant [2] :

Trouver le mouvement d'un corpuscule électrisé dans le champ d'un aimant élémentaire, en supposant que le corpuscule soit soumis aussi à l'action d'une force centrale émanant de l'aimant et inversement proportionnelle au carré de la distance.

Sans faire cependant des applications à la cosmogonie, j'ai réussi dans ce Mémoire à obtenir quelques résultats dont voici un résumé :

1° A l'aide de deux intégrales premières on peut indiquer, pour chaque trajectoire, des parties d'espace dont elle ne peut sortir, ce qui est très important pour l'étude détaillée du mouvement;

2° Dans le plan magnétique équatorial de l'aimant, il y a une infinité de trajectoires qui peuvent toutes être trouvées par des quadratures, introduisant des intégrales elliptiques;

3° Parmi ces dernières trajectoires il y a des cercles ayant l'aimant pour centre. Tous ces cercles ont été trouvés et ils correspondent aussi bien à des mouvements directs qu'à des mouvements rétrogrades, comme il a été dit dans la Note de M. Birkeland.

4° Il y a même des trajectoires en forme de cercles dans des plans parallèles au plan équatorial.

---

(1) Voir *Comptes rendus* du 4 novembre 1912.

(2) *Sur un problème relatif au mouvement des corpuscules électriques dans l'espace cosmique:* Videnskabs-Selskabets Skrifter, t. I, Christiania, 1907. Voir aussi ma Note : *La structure de la couronne du Soleil dans la théorie d'Arrhenius* (*Comptes rendus* du 6 mars 1911).

Comme M. Birkeland parle des trajectoires s'approchant asymptotiquement des cercles indiqués dans le n° 3, nous allons faire voir ici que ces trajectoires correspondent à un cas de réduction des intégrales elliptiques, de manière que les équations finies des trajectoires ne contiennent que des fonctions circulaires et logarithmiques.

En effet, conservons les notations de ma Note parue dans les *Comptes rendus* du 6 mars 1911, et posons

$$x = R_0 \cos \frac{vt}{R_0}, \qquad y = R_0 \sin \frac{vt}{R_0}, \qquad z = 0,$$

et déterminons les constantes R_0 et v de manière que les équations (1) soient satisfaites ([1]); on trouve alors, comme dans mon Mémoire de 1907, la condition

$$v^2 R_0^2 + bm R_0 - aMv = 0,$$

ce qui donne

$$aM = vR_0^2 + \frac{bm}{v} R_0,$$

et ensuite, par les relations (2) et (3),

$$C = 2vR_0 + \frac{bm}{v},$$

$$C_1 = v^2 + \frac{2bm}{R_0}.$$

D'autre part, pour les trajectoires dans le plan équatorial, nous avons trouvé

$$d\varphi = \frac{CR - aM}{R} \frac{dR}{\sqrt{F(R)}}, \qquad \text{où} \qquad F(R) = C_1 R^4 - 2bmR^3 - (CR - aM)^2.$$

En introduisant ici les valeurs de aM, C et C_1, on trouve que

$$F(R) = (R - R_0)^2 \left[\left(v^2 + \frac{2bm}{R_0} \right) R^2 + 2(bm + v^2 R_0) R - \left(vR_0 + \frac{bm}{v} \right)^2 \right],$$

ce qui prouve qu'on a un cas de réduction. C. Q. F. D.

Cela posé, il est facile d'exprimer l'équation de la trajectoire en forme finie et de trouver les conditions nécessaires et suffisantes pour qu'un corpuscule, répondant à des conditions initiales données, s'approche asymptotiquement du cercle $R = R_0$, cas mentionné par M. Birkeland. Nous ne nous en occupons pas.

([1]) *Loc. cit.*

Pour étudier les trajectoires périodiques et asymptotiques dans l'espace aux environs du cercle $R = R_0$, on peut, comme je l'ai fait (1) pour le cas $b = 0$, partir du système (4) de ma Note et étudier la configuration des courbes.

$$Q = \text{const.},$$

aux environs du point $R = R_0$, $z = 0$ et en déduire des développements en série pour R et z. On peut alors trouver aussi les conditions de stabilité.

L'application de la théorie précédente doit seulement être considérée comme la première approximation à la vérité; en effet on aura aussi à tenir compte des attractions et des actions électromagnétiques mutuelles entre les corpuscules en mouvement, ce qui est un problème bien plus difficile à résoudre.

RADIOTÉLÉGRAPHIE. — *Sur la réception d'antennes au ras du sol.* Note (2) de M. **E. Rothé**, présentée par M. Lippmann.

Dans une Note précédente (*Comptes rendus*, t. 154, nº 4, 22 janvier 1912), j'ai eu l'honneur de signaler à l'Académie la possibilité de recevoir les radiotélégrammes de F. L. et de plusieurs stations allemandes, avec des antennes très réduites. C'est ainsi que les radiotélégrammes F. L. pouvaient être perçus très nettement et compris avec un fil de 15^{m} à $2^{m},50$ du sol.

Un fil complètement horizontal d'une cinquantaine de mètres de long, placé d'une manière quelconque à hauteur d'homme dans la cour de l'Institut de Physique de Nancy, permet également la réception; pourtant celle-ci n'est intense qu'en employant le montage simple décrit dans la Note citée ci-dessus.

Au cours des vacances dernières, j'ai fait des expériences nouvelles, près de Saint-Dié, et je crois intéressant d'en signaler les résultats, puisqu'ils semblent un peu différents de ceux qu'a obtenus M. Jegou près de Saint-Brieuc, à une distance de Paris à peu près égale à celle de Saint-Dié, mais dans la direction opposée. L'antenne dont je me suis servi était un fil de cuivre unique placé sur des potelets de 15^{cm} de haut, très mal isolé, touchant parfois l'herbe.

(1) Voir: *Sur une classe de trajectoires remarquables dans le mouvement d'un corpuscule électrique dans le champ d'un aimant élémentaire* (*Archiv for Mathematik og Naturvidenskab*, t. XXXI, Christiania).

(2) Présentée dans la séance du 4 novembre 1912.

La longueur a varié d'un minimum de 15^m jusqu'à un maximum de 35^m. Cette antenne communiquait avec une conduite d'eau (conduite d'arrosage du jardin), par l'intermédiaire d'une bobine de self de 0,0045 henry. Elle n'était pas orientée dans la direction Paris. Le circuit du détecteur, comprenant en série le détecteur, le téléphone et les piles, était en dérivation entre le sol et le point d'attache de l'antenne et de la self. Dans ces conditions, on entend parfaitement la Tour Eiffel. On peut utiliser le téléphone à grande résistance 4000 ohms. Le téléphone à petite résistance (150 ohms), branché sur le transformateur de M. Jegou, donne aussi d'excellents résultats.

Le jardin où ces expériences ont été faites est entouré entièrement d'un treillage métallique de plus de 1^m de hauteur. J'ajouterai que des expériences de même nature ont été faites aussi par un de mes correspondants, M. Tavenaux, de Sedan; des expériences sur les propriétés spéciales de ces antennes, et en particulier sur leur longueur d'onde, sont actuellement en cours; il semble utile d'étudier en détail le mécanisme de la réception par ces sortes d'antennes au ras du sol.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'ionisation de l'air par l'arc au mercure sous quartz.* Note de MM. **Léon** et **Eugène Bloch**, présentée par M. J. Violle.

On sait que les rayons de Schumann possèdent la faculté d'ioniser les gaz et nous avons fait voir récemment (1) que leurs effets d'ionisation peuvent être rendus très supérieurs à l'effet Hertz des rayons ultraviolets ordinaires. Dans nos expériences, on séparait les rayons de Schumann des rayons ordinaires au moyen d'une lame de quartz de 1^{mm} d'épaisseur.

Il était utile de rechercher si les effets intenses produits par les rayons de Schumann ne se retrouvent pas à un degré moindre avec les rayons capables de traverser le quartz. D'une part, en effet, J.-J. Thomson et Kaye (2) ont signalé une faible ionisation de l'air par la lumière d'un tube à décharges fermé par une lame de quartz très mince. D'autre part, il résulte des recherches de Lyman (3) que le quartz cristallisé est, sous l'épaisseur de 1^{mm}, relativement transparent jusqu'à une assez grande distance dans l'ultraviolet extrême.

(1) Léon et Eugène Bloch, *Comptes rendus*, 4 novembre 1912.
(2) J.-J. Thomson, *Proc. Phil. Soc. Cambridge*, t. 14, 1907, p. 417.
(3) Lyman, *Astroph. Journ.*, t. 25, 1907, p. 45.

Nous avons employé, comme source de lumière, l'arc au mercure sous quartz (lampe Cooper Hewitt, de 110 ou 220 volts). On sait, par les travaux de Hughes [1], que cet arc, utilisé dans le vide, est une source abondante d'ultraviolet de petite longueur d'onde, et Tian a fait voir qu'il sort de l'enveloppe en silice fondue un spectre de raies allant jusqu'à $0^{\mu},1849$ [2].

Des expériences préliminaires nous ont montré que l'effet photo-électrique de l'arc au mercure sur le laiton est réduit très notablement (dans le rapport de 2 à 3 par exemple) par l'interposition d'une lame de quartz de 1^{mm} d'épaisseur, et qu'une lame de $0^{mm},25$ produit déjà une diminution sensible. Les rayons interceptés ici sont évidemment ceux qui ont été décelés par Tian au moyen du spectrographe et qui correspondent au début de la bande d'absorption du quartz. Ces rayons ne sont encore absorbés qu'assez faiblement par l'air, car nous avions une épaisseur d'air de 1^{m} environ entre l'arc et le récepteur photo-électique. Nous avons cherché à voir si néanmoins, sous l'action de ces rayons ou d'autres plus réfrangibles, il se produit au voisinage de l'arc une ionisation appréciable de l'air.

L'arc au mercure est enfermé dans une boîte de zinc entièrement close, sauf un orifice d'amenée et un orifice d'échappement de l'air. On envoie dans la boîte un courant d'air filtré de grand débit, qui passe de là dans un condensateur relié à l'électromètre.

Sitôt que l'arc est allumé, le condensateur recueille des charges électriques. Nos mesures ont porté presque exclusivement sur les charges positives dont la présence est l'indice certain d'une ionisation en volume. Ces charges ne peuvent être attribuées à la lumière ultraviolette diffusée (qu'on a d'ailleurs éliminée aussi complètement que possible par l'emploi de raccords coudés) : on ne recueille en effet aucune charge en l'absence de courant gazeux. Elles ne peuvent davantage être dues à la température élevée de l'enveloppe de quartz, qu'on se garde de chauffer jusqu'à l'incandescence [3] : la déviation de l'électromètre suit presque instantanément l'allumage de l'arc et son augmentation lente avec le temps paraît subor-

---

(1) Hughes, *Phil. Mag.*, t. 21, 1911, p. 393.

(2) Tian, *Comptes rendus*, t. 152, 1911, p. 1483, et t. 155, 1912, p. 141. — La lumière étudiée dans ces expériences avait traversé 1^{cm} d'air environ.

(3) Le voltage aux bornes de l'arc ne dépasse pas 23-24 volts, le courant est de 3 à 4 ampères (lampe de 110 volts). La lampe de 220 volts fonctionne sous 30 volts et 2 ampères.

donnée au régime lumineux de l'arc. Enfin on ne peut incriminer l'effet photo-électrique sur les poussières encore présentes dans l'air filtré ou sur les centres neutres créés dans celui-ci par la lumière ultraviolette elle-même : en effet, des mesures de mobilité ont fait voir que les ions recueillis sont de petits ions ; leur mobilité moyenne est voisine de 1^{cm}.

Nous concluons de là que l'arc au mercure possède la faculté d'ioniser l'air et que l'action ionisante de la lumière se manifeste pour des rayons qui sont loin d'être entièrement absorbés par le quartz.

PHYSIQUE. — *Micromanomètre*. Note de M. A. **Henry**, présentée par M. J. Violle.

Le manomètre de Kretz est d'autant plus sensible que les densités des liquides sont plus voisines. Cette propriété m'a donné l'idée d'y employer un seul liquide. Ce dernier est séparé en deux parties à l'aide d'une bulle d'air, jouant le rôle d'index et placée dans le tube horizontal. Cette disposition donne, en outre, une plus grande précision dans les mesures, car l'erreur apportée par la déformation du ménisque de séparation se trouve très atténuée.

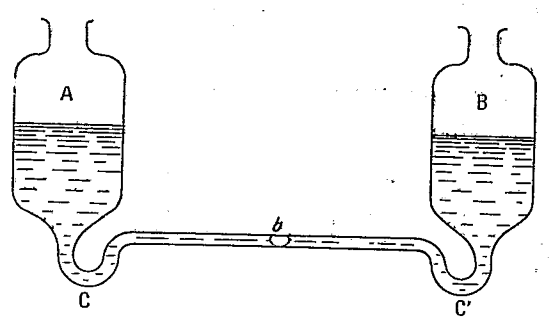
L'expérience montre que le frottement au glissement de cet index gazeux est d'une petitesse surprenante, quand on le place dans des conditions favorables. On ne peut l'employer avec l'eau, qui, attaquant le verre, fait bien vite apparaître des aspérités s'opposant au glissemont ; mais la bulle se déplace assez rapidement pour la pratique dans le tétrachlorure de carbone, qui est peu visqueux et possède une faible tension superficielle. ($d = 1,6$). De plus, ce liquide est inaltérable à l'air et ininflammable. Des appareils montés de cette façon depuis plusieurs mois continuent à donner satisfaction (1).

L'un d'eux a des réservoirs dont le diamètre est 45^{mm}. Pour y mettre en évidence la mobilité de la bulle, on laisse tomber dans l'un des réservoirs un grain de plomb dont le diamètre est $2^{mm},2$: la bulle se déplace très nettement ; après cet essai, on recommence la même expérience pour l'autre réservoir : la bulle se déplace dans l'autre sens. L'expérience réussit avec un grain de diamètre plus faible. En s'en tenant au premier, on voit facilement qu'il a élevé de $\frac{1}{289}$ de millimètre le niveau du tétrachlorure, ce qui correspond à une hauteur d'eau de $\frac{1}{180}$ de millimètre. On peut donc affir-

(1) L'acétone ($d = 0,8$) convient aussi ; mais comme il est altérable à l'air, l'appareil doit être vidé après usage.

mer, en toute sûreté, que l'appareil peut accuser une variation de pression de $\frac{1}{200}$ de millimètre d'eau, c'est-à-dire d'une demi-barye. Dans l'appareil précédent, une variation de pression d'un demi-millimètre d'eau provoque un déplacement de 120^{mm} environ. Avec une telle sensibilité, il faut craindre les effets de capillarité aux cercles de raccordement des réservoirs et ceux de l'évaporation. C'est à eux que l'on doit attribuer une légère variation de zéro qui apparaît quelquefois et dont la valeur ne dépasse pas 1^{mm} pour un déplacement de 120^{mm} subi par la bulle. A son retour, celle-ci s'arrête un peu avant d'atteindre le zéro primitif.

On pourrait croire qu'elle est gênée par le frottement; il n'en est rien, car, en la poussant un peu au delà, elle revient d'elle-même exactement où elle s'était arrêtée. Toutefois, l'écart étant de 1^{mm}, au plus, pour un déplacement de 120^{mm}, on peut



b - bulle d'air C. C' courbures servant à empêcher la fuite de la bulle.

compter sur une erreur relative qui ne dépasse pas $\frac{1}{100}$ dans l'évaluation d'une pression d'un demi-millimètre d'eau.

Une bulle longue de 1^{cm} coupe très bien la communication entre les deux colonnes liquides. Sa facilité de glissement est due à ce que l'enveloppe liquide de la bulle frotte contre le même liquide adhérent à la paroi. Toutefois, on devra éviter des variations très brusques de pression.

En dehors des recherches absolues, le micromanomètre convient encore pour des démonstrations diverses :

Pressions dans les systèmes laminaires, vérification de la formule de Laplace. Mise en évidence de la pression électrostatique, de faibles forces, de petites variations de température et par suite de quantités de chaleur très faibles.

En particulier, l'effet Peltier se montre facilement en plaçant chaque soudure de la pile dans l'un des réservoirs; l'appareil, ainsi transformé en différentiel, recevant un courant de quelques ampères, indique un déplacement de la bulle qui se renverse au changement de sens du courant. On peut également mesurer de petits volumes : le corps A en expérience est immergé dans l'un des réservoirs; la bulle se déplace d'une quantité proportionnelle au volume inconnu. On élimine les effets de capillarité et

sensiblement l'erreur de calibrage en immergeant, après avoir retiré A, un étalon de volume V, voisin de celui de A. Les volumes A et V sont entre eux comme les déplacements de la bulle. On peut faire cette mesure à moins d'un millimètre cube. Le micromanomètre se prête aussi à la mesure de la densité d'un gaz industriel : gaz de l'éclairage, gaz carbonique, gaz sulfureux, etc. On relie l'un des réservoirs à un tube vertical convenablement disposé, qu'on remplit d'abord du gaz, puis d'hydrogène; la mesure revient à comparer deux longueurs : elle n'exige que quelques minutes.

Le micromanomètre se transforme en balance apériodique, en disposant dans l'un des réservoirs, allongé à cet effet, un flotteur à plateau.

Le déplacement de la bulle est proportionnel à la surcharge. On obtient facilement le centigramme en prenant les précautions indiquées dans la mesure d'un volume.

Cette balance se prête au montage d'électromètres Lippmann ou Abraham et Lemoine. On la transforme aussi en un appareil servant à la mesure d'une constante diélectrique de solides.

On a l'avantage de l'*apériodicité* et de l'*équilibre stable*. On appliquera des méthodes de zéro pour éviter les effets de capillarité; la bulle servira de repère.

En résumé le micromanomètre permet d'entreprendre des recherches d'ordre scientifique et industriel; il peut aussi rendre beaucoup de services à l'enseignement.

PHYSIQUE. — *Le coefficient critique et le poids moléculaire des corps au point critique*. Note de M. **A. Boutaric**, présentée par M. E. Bouty.

I. Considérons une masse d'une substance égale à sa masse moléculaire M. A la température critique cette masse occupe un certain volume φ (volume critique). A la température d'ébullition normale le volume, à l'état liquide, est $v = \frac{M}{d}$, d représentant la masse spécifique du liquide à la température d'ébullition.

Or les recherches de Guldberg [1] ont établi que, pour les substances les plus diverses, la température absolue d'ébullition est environ les $\frac{2}{3}$ de la température critique absolue. Les températures d'ébullition étant, pour toutes les substances, des températures correspondantes, les volumes liquides, à la température d'ébullition, doivent aussi être correspondants. Pour toutes les substances on doit avoir

$$\frac{v}{\varphi} = \text{const.}$$

(1) *Zeitschr. physik. Chem.*, t. V, 1880, p. 374.

Si la compressibilité de la substance est représentée par l'équation de Van der Waals,

$$\left(p + \frac{a}{v^2}\right)(v - b) = \mathrm{RT},$$

on sait que les constantes critiques π, θ, φ sont liées aux coefficients a, b, R par les relations

$$\varphi = 3b, \quad \theta = \frac{8}{27}\frac{a}{b\mathrm{R}}, \quad \pi = \frac{a}{27 b^2};$$

d'où l'on tire

$$b = \frac{\mathrm{R}}{8}\frac{\theta}{\pi}.$$

Quand on prend pour unité de volume le centimètre cube, et pour unité de pression l'atmosphère, R est égal à 82,09.

Si la condition exprimée par la loi des états correspondants est vérifiée, il doit y avoir proportionnalité entre v et b.

Le calcul de v et de b, pour toutes les substances sur lesquelles on possède des données suffisantes, indique qu'une telle proportionnalité existe. La moyenne d'une trentaine de déterminations est

$$\frac{b}{v} = 1,20.$$

Les écarts ne dépassant pas 10 pour 100 et le quotient $\frac{\theta}{\pi}$ au moyen duquel l'on calcule b n'est pas connu avec une approximation plus grande.

II. De la relation précédente, on tire aisément

$$\frac{\theta}{\pi} = 0,1176\frac{\mathrm{M}}{d},$$

formule qui permet de calculer le coefficient critique $\frac{\theta}{\pi}$ connaissant le volume moléculaire liquide à la température d'ébullition. Ce volume moléculaire liquide à la température d'ébullition est, au moins pour les substances organiques, une propriété additive des atomes et peut être calculé simplement d'après la formule moléculaire (Kopp, Horstmann).

On peut donc, connaissant la formule moléculaire d'une substance, calculer son coefficient critique.

Cette méthode de calcul du coefficient critique est comparable à celle proposée autrefois par M. Ph.-A. Guye [1]. Elle conduit à des résultats

[1] *Ann. de Chim. et de Phys.*, 6e série, t. XXI, 1890, p. 211.

ayant le même degré d'approximation et elle prête à des développements analogues.

III. Supposons que l'état moléculaire varie par la compression et que le poids moléculaire devienne αM au point critique.

L'équation de Van der Waals, pas plus d'ailleurs qu'aucune équation ayant la même forme pour toutes les substances, ne peut représenter la compressibilité. Les constantes critiques expérimentales θ, π, φ, utilisées pour le calcul des coefficients de l'équation, donnent les valeurs de ces coefficients qui conviendraient pour représenter la compressibilité du corps αM *si sa constitution demeurait invariable.*

Le volume moléculaire φ, calculé à partir de θ et π, est celui qui correspond à un poids moléculaire αM. Il doit être comparé au volume qu'occuperait cette masse αM à la température d'ébullition. On doit donc avoir

$$\frac{b}{\frac{\alpha M}{d}} = 1,2, \quad \text{c'est-à-dire} \quad \frac{b}{\frac{M}{d}} = 1,2\alpha.$$

Si le quotient $b : \frac{M}{d}$ est supérieur à 1,2, α est supérieur à 1, et la substance doit être considérée comme polymérisée au point critique. Pour l'eau, les alcools, le thiophène, on trouve des quotients supérieurs à 1,2. Il n'est pas invraisemblable d'admettre que ces substances, fortement polymérisées à l'état liquide, le sont encore au point critique.

Pour la plupart des substances le quotient $b : \frac{M}{d}$ est égal à 1,2. On retrouve un résultat énoncé par M. Ph.-A. Guye : *Au point critique le poids moléculaire de la plupart des substances est le même qu'à l'état gazeux* (1).

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les propriétés thermo-électriques du système fer-nickel-carbone.* Note de MM. **Eugène-L. Dupuy** et **A. Portevin**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Les propriétés thermo-électriques des aciers au nickel ont déjà été étudiées par Steinmann (2) qui ne remarqua pas de relation simple entre le pouvoir thermo-électrique et la composition. Belloc (3), en déterminant sur

(1) *Loc. cit.*, p. 223.
(2) *Comptes rendus*, t. 130, 1900, p. 1300.
(3) *Comptes rendus*, t. 134, 1902, p. 105.

ces mêmes échantillons le pouvoir thermo-électrique, par rapport au platine et le déplacement du point neutre avec la composition, obtint des résultats analogues. Boudouard ([1]) utilisa également une méthode thermo-électrique pour déterminer leurs points de transformation.

Les mesures qui font l'objet de cette Note ont été effectuées sur des barreaux de 450^{mm} de long pour un diamètre de 20^{mm}. L'extrémité de chaque échantillon fut amenée par meulage à un diamètre de 5^{mm} sur une longueur de 80^{mm} afin de rendre plus facile l'établissement de l'équilibre de température entre cette extrémité et le bain où elle était plongée.

Le Tableau ci-dessous donne la composition de chaque échantillon. On remarquera que pour les deux tiers d'entre eux, la teneur totale en impuretés est inférieure à $\frac{1}{1000}$ et qu'elle ne dépasse pas dans aucun cas $\frac{1}{500}$.

C.	Ni.	Si.	Mn.	S.	C.	Ni.	Si.	Mn.	S.
0,07	»	0	0,03	0,013	0,24	»	0,03	0,03	0,015
0,07	2,23	0,07	0,02	0,006	0,21	1,97	0,03	0,02	traces
0,12	5,23	0,05	0,01	0,004	0,20	4,90	0,04	0,02	0,03
0,12	7,13	0,05	0,12	0,005	0,23	7,59	0,08	0,05	traces
0,13	10,10	0,10	traces	0,005	0,21	9,79	0,01	0,02	»
0,12	12,07	0,09	»	0,002	0,22	12,29	0,01	0,02	0,002
0,11	15,17	0,02	»	0,004	0,22	15,04	0,05	traces	0,002
0,18	20,40	0,02	»	0,004	0,22	20,01	traces	0,02	0,003
0,16	25,85	0,04	»	0,007	0,23	25,06	0,08	0,02	0,003
0,12	30,00	0,03	»	traces	0,19	27,87	0,03	0,02	0,002
0,79	»	0	0,09	0,009	0,76	12,27	0,09	0,09	0,004
0,80	2,20	0,10	0,10	0,005	0,80	15,04	0,09	0,06	0,007
0,78	4,90	0,08	0,09	0,004	0,80	20,01	0,09	0,02	0,003
0,81	7,09	0,10	0,12	0,003	0,79	25,06	traces	0,07	0,002
1,05	9,79	traces	0,10	0,004	0,81	29,96	0,14	0,03	0,004

Phosphore indosable.

Le pouvoir thermo-électrique a été mesuré entre $-78°,5$ et $0°$, et entre $0°$ et $+100°$, suivant le mode opératoire indiqué par Broniewski ([2]). Il a été fait pour chaque échantillon trois séries de mesures : sur le métal à l'état brut, recuit et trempé.

Recuit. — Le recuit a été effectué en plaçant dans un four à 900° les échantillons contenus dans des boîtes en tôle remplies de poudre de magnésie pour ceux à faible teneur en carbone, et de limaille de fonte pour les autres. La durée totale de séjour

([1]) *Revue de Métallurgie*, t. I, 1904, p. 80.

([2]) *Ann. de Chimie et de Physique*, 8e série, t. XXV, 1912, p. 1.

au four fut de 3 heures, ce qui correspond à environ 2 heures de maintien à 900°. Le refroidissement s'effectua en 7 heures.

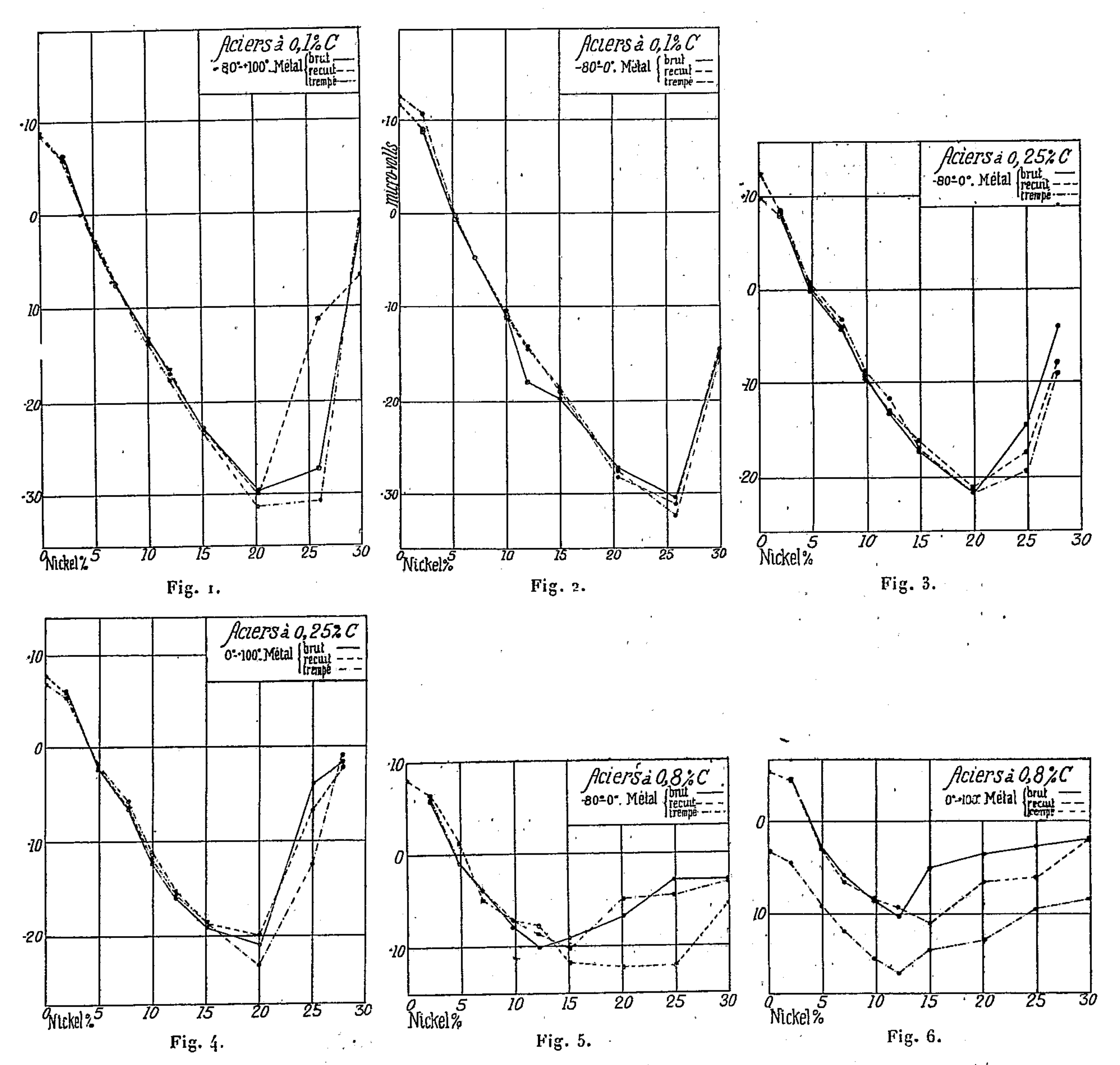


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4. Fig. 5. Fig. 6.

Trempe. — Les échantillons furent chauffés à 950° en 13 minutes, puis, cette température atteinte, on les laissa 2 minutes dans le four; on trempa ensuite dans l'eau à 18°, l'immersion se faisant en tenant le barreau très légèrement oblique par rapport à la surface du bain.

Avant de faire les mesures, les extrémités des éprouvettes furent grattées à la brosse métallique et repolies.

Les courbes ci-contre donnent le pouvoir thermo-électrique moyen par rapport au plomb pour les intervalles de température $-78^\circ,5$ à 0°; 0° à $+100^\circ$ en microvolts par degrés, en fonction de la teneur en nickel.

On n'a pas calculé les coefficients a et b de la formule

$$p = a + bt,$$

parce que, pour un certain nombre de ces aciers, tout ou partie de la zone de transformation se trouve comprise dans la région étudiée. Chaque diagramme se rapporte à une série d'échantillons d'une même teneur en carbone.

Le minimum très net qu'on remarque sur chaque courbe correspond au voisinage du passage *martensite → austenite*. On peut rapprocher ces résultats de ceux obtenus par l'un de nous (¹) en déterminant les courbes de résistance électrique de ces aciers.

La variation importante du pouvoir thermo-électrique avec la teneur en nickel peut servir de contrôle à l'analyse chimique, et peut même être utilisée comme nouveau moyen de différenciation. Nous continuerons ces recherches sur d'autres séries d'aciers spéciaux.

CHIMIE. — *Sur les réactions chimiques de l'or β et sur l'or cristallisé.* Note de MM. **M. Hanriot** et **F. Raoult**, présentée par M. Armand Gautier.

Nous avons annoncé (*Comptes rendus*, 7 juillet 1911), en nous fondant sur les variations de susceptibilité magnétique de l'or brun, que celui-ci était formé de deux variétés α et β, transformables l'une dans l'autre par le recuit. Nous avons cherché à les isoler et à les différencier par des réactions chimiques.

Action de l'acide nitrique. — L'or ordinaire passe pour être inattaquable par l'acide nitrique; nos expériences montrent, cependant, qu'il y a une attaque sensible, variable avec le degré de concentration de l'acide. Ainsi 100^{cm^3} d'acide réagissant sur 5^g d'or finement divisé pendant 2 heures, ont dissous :

		g
Avec l'acide à 22° Baumé		0,002
»	à 32° »	0,011
»	à 36° »	0,028
»	monohydraté	0,076

(¹) A. Portevin, *Revue de Métallurgie*, t. VI, 1909, p. 1304.

L'or brun est, au contraire, rapidement attaqué par l'acide nitrique; dans les mêmes conditions que précédemment, il a été dissous :

Avec l'acide à 22° Baumé		0,006 g
»	à 32° »	0,039
»	à 36° »	0,078
»	monohydraté	1,540

La présence de l'acide nitreux dans l'acide nitrique diminue la solubilité, peut-être en reprécipitant une partie de l'or dissous.

La solution dans l'acide nitrique, fortement colorée en jaune, renferme un nitrate soluble dans l'acétone. Ce corps est cristallisé en aiguilles, et a, pour formule, $(NO^3)^3Au$, Aq. L'addition d'eau le décompose en acide nitrique et oxyde aurique.

Action de l'acide chlorhydrique. — Berthelot a signalé que l'acide chlorhydrique fumant dissout un peu d'or sous l'action de la lumière. En 4 mois, à froid, 100^{cm^3} en ont dissous $0^g,0065$. Nous avons opéré dans des conditions différentes, en attaquant à chaud 5^g d'or en poudre par 100^{cm^3} d'acide chlorhydrique concentré pendant 4 heures. Il se dissout :

Avec l'or jaune	$0^g,008$
Avec l'or brun	$0^g,020$

Cette solubilité se distingue immédiatement de celle dans l'acide azotique en ce qu'elle n'est pas proportionnelle au temps, mais s'accroît plus rapidement. Ainsi dans quatre opérations, 5^g d'or brun ont été traités par 100^{cm^3} d'acide au réfrigérant à reflux; on a eu :

Temps.	Solubilité dans NO^3H.	Solubilité dans HCl.
2 h	0,030 g	0,008 g
4	0,054	0,020
6	0,087	0,044
8	0,108	0,060

ce qui nous a fait supposer que le produit formé par l'attaque de l'or intervenait dans la dissolution ultérieure. Or, l'oxygène de l'air intervient dans la réaction ; nous avons, en effet, chauffé en tubes scellés à 160° pendant 2 heures de l'or brun et de l'acide chlorhydrique, toutes conditions égales, dans une atmosphère d'oxygène ou d'acide carbonique. Voici les quantités dissoutes :

En présence de l'oxygène	$0^g,225$
» l'acide carbonique	$0^g,090$

Nous nous sommes assurés que, dans ces conditions, il se produit du chlorure aurique $AuCl^3$, mélangé d'un peu de chlorure aureux AuCl.

Action du chlorure d'or. — Nous avons été conduits à essayer l'action dissolvante du chlorure d'or sur les deux variétés d'or. En milieu neutre,

le chlorure aurique attaque à peine l'or brun. La dissolution devient aisée en présence d'acide chlorhydrique. 100$^{cm^3}$ de chlorure d'or (contenant 10^g d'or) chauffés 2 heures avec 5^g d'or brun, dissolvent, en effet,

0^g,012 d'or brun en solution neutre,
0^g,469 » en solution renfermant 25 pour 100 de HCl gazeux.

L'acide chloraurique est réellement l'agent dissolvant; la proportion d'or dissous augmente, en effet, avec la concentration. Ainsi, en 2 heures, 100$^{cm^3}$ de solution ont dissous, à 100° :

Or dans la solution à l'état de $AuCl^3$.	Or dissous par la solution de $AuCl^3$.
g	g
1,02	0,125
10,1	0,469
20,06	0,745
30,3	1,075

Or cristallisé. — A quel état se trouve l'or dans ces solutions? Nous avons déjà vu qu'elles absorbent l'oxygène et qu'une partie au moins se trouve à l'état de chlorures d'or; mais leur couleur fonce plus que ne le comporterait la quantité d'or dissoute. Ces solutions restent limpides tant qu'on les maintient chaudes; mais, dès qu'elles se refroidissent, elles se troublent et laissent déposer abondamment de l'or en fort beaux cristaux, mélange de tétraèdres et de dodécaèdres rhomboïdaux.

Cette réaction se comporte donc comme s'il s'agissait d'une véritable solution d'or dans le chlorure d'or qui laisse déposer son or par désaturation de la solution. Voici le détail d'une expérience :

5^g d'or brun sont traités pendant 2 heures par 100$^{cm^3}$ d'une solution chlorhydrique de chlorure d'or renfermant 30^g d'or à l'état de chlorure. Il se dissout 1^g,185 d'or. La solution, refroidie, laisse déposer successivement les quantités d'or suivantes :

A 60°	g 0,203
A 15°	0,610
A — 10°	0,187
Somme	1,000

Enfin, la solution évaporée laisse déposer le reste de l'or, soit 0^g,185, à l'état métallique.

Si nous examinons la susceptibilité magnétique de l'or cristallisé, celui-ci nous apparaît comme formé exclusivement par la variété β. Nous avons

trouvé pour K : $-0,1343 \times 10^{-6}$ et pour K′ : $-0,1975 \times 10^{-6}$, soit $\frac{K'}{K} = 1,48$.

Ces résultats ont été confirmés par l'étude de la solubilité de l'or cristallisé dans les divers réactifs.

Le chlorure d'or attaque beaucoup moins l'or jaune : 5g d'or recuit, traités 2 heures par 100cm³ d'une solution chlorhydrique de $AuCl^3$ correspondant à 10g,1 d'or, ont perdu 0g,170 d'or passés en solution; nous avons donc supposé que, dans l'or brun, il devait se dissoudre surtout la variété β et que la partie restée insoluble devait s'enrichir en or α. Voici, en effet, les résultats obtenus dans l'épuisement de l'or brun par $AuCl^3$:

	K.	K′.	$\frac{K'}{K}$.
Or brun initial.....	$-0,140 \times 10^{-6}$	$-0,191 \times 10^{-6}$	1,32
» résiduel........	$-0,205 \times 10^{-6}$	$-0,205 \times 10^{-6}$	1
» cristallisé......	$-0,134 \times 10^{-6}$	$-0,197 \times 10^{-6}$	1,48

Le chlorure d'or nous apparaît comme un réactif de séparation des deux variétés d'or, dont l'une au moins peut être obtenue à l'état de pureté.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la carpiline, nouvel alcaloïde du Jaborandi.* Note de MM. **E. Léger** et **Ferdinand Roques**, présentée par M. E. Jungfleisch.

Quand on transforme en azotate ou en chlorhydrate le mélange basique retiré du *Pilocarpus microphyllus*, il reste dans les eaux mères de ces sels un certain nombre de bases parmi lesquelles se trouve l'alcaloïde qui fait l'objet de cette Note.

Si l'on précipite les bases de ces eaux mères, le nouvel alcaloïde se concentre dans les premières fractions du précipité. On le purifie par cristallisation dans l'alcool absolu d'abord, puis dans l'alcool à 90°. A ce nouvel alcaloïde, nous avons donné le nom de *carpiline*.

La carpiline cristallise dans l'alcool à 90° en beaux prismes incolores, anhydres, fusibles à 184°-185° (corrigé) en un liquide incolore.

Elle se dissout dans le chloroforme, le benzène, très peu dans l'éther. L'eau, à l'ébullition, en dissout une quantité assez notable qui, par refroidissement, se dépose en aiguilles prismatiques anhydres.

La carpiline est dextrogyre $\alpha_D = +24°,00$, en solution dans l'alcool absolu; $p = 1,014$; $t = 20°$.

Elle possède la formule $C^{16}H^{18}N^2O^3$.

Analyses. — Trouvé : C = 66,82; 66,77; H = 6,68; 6,58; N = 10,16. — Calculé : C = 67,13; H = 6,29; N = 9,89.

La carpiline est une base faible, bleuissant le tournesol rouge mais n'agissant pas sur la phtaléine du phénol.

Certains de ses sels, l'oxalate par exemple, sont dissociables par l'alcool. Les sels formés par les acides minéraux sont, au contraire, stables; beaucoup sont inscristallisables : tels sont l'azotate, le bromhydrate, l'oxalate; d'autres, comme le chlorhydrate et le sulfate cristallisent bien dans l'alcool mais sont, comme les précédents, extrêmement solubles dans l'eau. Ces sels ont une saveur amère.

Le *chlorhydrate* $C^{16}H^{18}N^2O^3$, HCl cristallise dans l'alcool à 90° en beaux prismes incolores, anhydres. Son pouvoir rotatoire, en solution aqueuse, $\alpha_D = +15°,4$ pour $p = 1,212$; $t = 22°$.

Analyse. — Le dosage de HCl par volumétrie, en présence de phénol-phtaléine, a donné : 11,98; HCl calculé = 11,32.

Le *sulfate* $(C^{16}H^{18}N^2O^3)^2$, SO^4H^2 cristallise dans l'alcool absolu en prismes courts, hexagonaux, anhydres.

Analyse : SO^4H^2 trouvé 14,91; calculé 14,63.

Le *chloroplatinate* $(C^{16}H^{18}N^2O^3)^2$, $PtCl^6H^2$ s'obtient en ajoutant $PtCl^4$ à la solution acide du chlorhydrate dans l'eau alcoolisée. Au bout de quelques jours, le précipité, d'abord floconneux, se change en lamelles cristallines, efflorescentes, renfermant $5H^2O$.

Analyse, sel sec : Trouvé Pt = 19,98; calculé 19,83. Eau de cristallisation : Trouvé 7,23; calculé 8,38.

L'*iodométhylate* $C^{16}H^{18}N^2O^3$, CH^3I s'obtient en laissant en contact, à froid, pendant 12 heures, une solution de carpiline dans l'alcool méthylique avec un excès de CH^3I. Le dépôt cristallin formé est purifié par cristallisation dans l'eau bouillante. Petits prismes anhydres, légèrement jaunâtres, fort peu solubles dans l'alcool méthylique, même bouillant, peu solubles dans l'eau froide.

Analyse : Trouvé, I = 29,60; calculé, 29,67.

Ce composé, chauffé pendant 2 heures, en tube scellé, avec un peu d'alcool méthylique et un grand excès de CH^3I ne subit aucun changement comme l'indique le dosage de l'iode dans le produit chauffé.

Analyse : Trouvé, I = 29,66.

La carpiline se dissout dans l'eau chargée de CO^2 pour donner une combinaison instable que la chaleur détruit.

Les sels de carpiline ne réduisent pas le permanganate de potassium, à froid; la base est donc saturée.

Comme il résulte de l'étude de ses sels, la carpiline est monoacide, bien que renfermant 2^{at} d'azote; un seul de ces atomes ayant le caractère basique.

La carpiline possède, comme la pilocarpine, une fonction lactone. En effet, elle se dissout dans l'eau de baryte ou dans les lessives alcalines en donnant les sels d'un acide-alcool qui en diffère par H^2O en plus, acide que nous nommerons *acide carpilinique*.

Le *carpilinate de potassium* $C^{16}H^{19}KN^2O^4$ s'obtient en dissolvant, à froid, la base dans une solution aqueuse de KOH, saturant par CO^2, évaporant à froid sur SO^4H^2, reprenant le résidu cristallin par l'alcool absolu qui sépare le bicarbonate de potassium. Le résidu laissé par la solution alcoolique est repris par l'eau et la solution évaporée, à froid, sur SO^4H^2.

Le carpilinate de potassium forme de longues aiguilles à éclat nacré, très solubles dans l'eau et l'alcool. Les solutions sont neutres au tournesol.

Analyse. — K dosé à l'état de SO^4K^2 : Trouvé 11,57; calculé 11,40.

Le troisième atome d'oxygène de la carpiline y existe à l'état d'oxhydrile, ce qui est démontré par l'action du chlorure de benzoyle qui fournit un dérivé benzoylé amorphe.

Le *chloroplatinate de benzoylcarpiline* $[C^{16}H^{17}(C^7H^5O)N^2O^3]^2PtCl^6H^2$ se précipite de l'alcool à 60° en flacons devenant grenus après 24 heures.

Analyses. — Trouvé : Pt = 15,58; 15,61; 16,03. — Calculé : 16,37.

Chauffée avec NO^3H, la carpiline fournit une grande quantité d'acide benzoïque; elle ne renferme cependant pas le radical benzoyle.

Chauffée à 140°, en tube scellé, pendant 10 heures, avec de l'eau, la carpiline se dédouble en donnant : 1° de l'aldéhyde benzoïque; 2° deux autres bases toutes deux amorphes; l'une insoluble dans l'eau, l'autre soluble. Il ne se produit pas de CNH.

Le chloroplatinate de la base soluble dans l'eau est à peu près insoluble dans ce solvant; il se dissout dans l'alcool à 60° bouillant et se dépose lentement en belles lamelles minces et brillantes.

La production d'aldéhyde benzoïque aux dépens de la carpiline conduit à admettre l'existence, dans cet alcaloïde, du groupement benzylidène $C^6H^5 - CH =$ et, comme la carpiline est une base saturée, ce radical benzylidène doit se trouver lié à 2^{at} de carbone.

Chose singulière, le sulfate de carpiline, additionné d'un excès de

SO^4H^2, n'est pas modifié quand on le chauffe à 140° avec de l'eau. De la solution il est possible d'extraire de la carpiline dont le pouvoir rotatoire même n'est pas modifié.

En tenant compte des faits énoncés ci-dessus, on peut envisager la carpiline comme renfermant les groupements suivants :

$$C^8H^{11}N^2, \quad C^6H^5-CH\langle, \quad -OH, \quad \begin{matrix}-CO\\ |\\ -O\end{matrix}.$$

Nous continuons nos recherches pour arriver à élucider la constitution du groupement $C^8H^{11}N^2$.

M. Lucien Camus vient de commencer l'étude de l'action physiologique de la carpiline. Dès maintenant, on doit se borner à dire que cet alcaloïde est extrêmement peu toxique et qu'il n'agit pas sur les sécrétions à la manière de la pilocarpine.

AGRONOMIE COLONIALE. — *Sur l'introduction et sur la réussite du Giroflier au Gabon.* Note de M. **Aug. Chevalier**, présentée par M. Edmond Perrier.

Le Giroflier (*Caryophyllus aromaticus* L.), originaire de l'archipel indo-malais et cultivé dans la région de Zanzibar, d'où sort la plus grande partie des clous de girofle consommés dans le monde, était totalement inconnu dans l'Ouest africain il y a 25 ans.

Au cours d'un récent voyage en Afrique tropicale, nous avons constaté que cet arbre précieux croît aujourd'hui en de nombreux points du Gabon et du Congo. Il n'existe que quelques exemplaires en chaque endroit, mais ils trouvent, au Gabon surtout, des conditions climatériques très favorables : ils sont vigoureux, exempts de maladies, fleurissent et fructifient abondamment chaque année.

L'introduction de cette essence précieuse n'est pas le résultat du hasard. Nous publions ci-après quelques notes inédites permettant de préciser l'histoire de cette introduction et montrant avec quelle volonté Maxime Cornu, professeur à la chaire de Cultures du Muséum, s'attache à doter notre colonie de cette utile ressource.

Ces notes sont extraites de lettres de M. Cornu au R. P. Klaine, décédé récemment, et auquel la Science doit tant de matériaux de haute valeur.

Les premiers plants furent apportés par le jardinier Em. Pierre, élève de

M. Cornu, fondateur du Jardin d'essai de Libreville, embarqué à Cherbourg le 6 février 1887, ainsi qu'en témoigne le passage suivant d'une lettre du 18 mars 1887 :

« Nous essaierons de vous envoyer le giroflier dont nous avons une jolie série. Pour cette dernière espèce je vous recommande tout particulièrement de ne point toucher le moins du monde aux racines : la plante ne le supporte pas. Il faudra placer la petite plante avec sa motte de terre bien entière, et intacte dans le lieu qui lui aura été choisi et qui sera définitif. On lui aura fait sa place à l'avance de façon à ne point froisser le système des racines (sol ameubli, enrichi, etc.). La plante poussera avec vigueur une fois reprise. Je vous prie de communiquer cette note à M. Pierre. Je lui ai remis du reste un ou deux pieds de giroflier. Il ne devra pas essayer de les déplacer sous aucun prétexte : ce seraient des arbres perdus. » Peu après il écrit encore : « Nous avons eu beaucoup de peine à nous procurer des girofliers. J'en ai reçu bon nombre de graines de Java. Actuellement nous en durcissons des petits plants pour vous les expédier, mais c'est très difficile. Les graines voyagent aussi très difficilement. Nous arriverons sûrement à introduire la plante au Gabon; c'est une question de mois. »

L'occasion d'un envoi se présente au début d'avril 1887. Dans une lettre datée du 1er avril adressée au R. P. Klaine, M. Cornu joint une « liste de plantes et graines expédiées à M. Ballay, gouverneur du Gabon, en le priant de vouloir bien partager avec le P. Klaine ». Il y figure quatre plants de giroflier pour lesquels on renouvelle les recommandations ci-dessus. Il faut croire que les deux premiers envois n'ont pas réussi, car le 1er octobre 1887 Cornu écrit : « Je vous adresse selon votre demande deux muscadiers et deux girofliers ». Ce second envoi n'eut pas plus de succès, car une lettre d'avril 1888 de M. Cornu à E. Pierre apprend que tout est à recommencer. Le professeur s'attache alors à faire parvenir au Gabon des graines de la même plante.

Le 3 août 1888, il écrit : « Comment vont vos semis de girofliers ? »; le 1er septembre 1888 : « Je suis heureux que les graines de giroflier aient bien réussi »; le 2 juin 1891 : « Je vous adresse par la poste quatre petites boîtes renfermant des graines stratifiées de giroflier. Dites-moi comment elles auront supporté le voyage. J'envoie cinq boîtes à M. de Brazza et une boîte à Mgr Carrie (évêque de Loango). Essayez de répandre cette espèce si utile et d'une si haute valeur ».

Puis le professeur du Muséum apprend que les plants vont bien, car le 1er décembre 1891 il écrit : « Je vous envoie la copie d'une courte note sur la culture des girofliers à Zanzibar, je vais envoyer la même note au gouverneur général afin de lui montrer l'importance de cette culture. Je crois avoir, à l'aide du concours très bienveillant de M. le Dr Ballay, réussi à faire parvenir au Gabon et sur la côte occidentale d'Afrique les premiers girofliers. »

Enfin en 1893 les plants âgés de 6 ans fleurissent pour la première fois à Libreville ainsi qu'en témoignent les extraits suivants :

24 septembre 1893 : « L'état si florissant des girofliers me comble de joie.... Enfin! ne laissez perdre aucun des fruits, cela est de première importance pour la colonie! Parlez-m'en souvent »; 2 janvier 1894 : « Le giroflier est enfin en fleurs à Libreville; il a même donné des fruits, voilà une espèce à multiplier! »

Dans les correspondances qui suivirent, Maxime Cornu continua à s'intéresser à cette introduction et fit tous ses efforts pour faire répandre la culture du Giroflier au Gabon. Quand il mourut, en 1901, il n'existait encore dans l'Ouest africain comme girofliers fleurissant et fructifiant que les quelques plants cultivés au Jardin d'essai et à la Mission catholique de Libreville, ainsi que je pus le constater en juillet 1902.

Ces plants ont fourni un grand nombre de graines qui ont permis de répandre l'espèce en les points les plus divers de l'Afrique équatoriale française et du Congo belge. Il existe actuellement des girofliers en production, dans les environs de Libreville et dans les principales plantations bordant les rives du Como, dans le Bas-Ogooué, dans la région de Loango, au Jardin d'essai de Brazzaville. Au Congo belge, nous en avons observé au Jardin botanique d'Eala, à la mission des Jésuites à Kisantu, à la station forestière de Calamou près Boma, à la plantation de Temvo au Mayumbe. Nulle part cependant le Giroflier n'atteint un aussi beau développement qu'au Gabon équatorial. Là il pousse vigoureusement, même dans les terrains argilo-sablonneux pauvres où ni le Cacaoyer ni le Caféier ne sauraient réussir; il se passe d'abri et doit seulement être protégé par des brise-vents; il développe ses boutons floraux en juin-juillet, en pleine saison sèche, à une époque où l'on peut les cueillir et les sécher facilement. Il produit dès la cinquième année; à partir de la dixième année, un arbre peut fournir, s'il est bien entretenu, 5^{kg} à 10^{kg} de clous de girofle. Il demande peu de soins et pourrait, comme à Zanzibar, faire la base d'une culture familiale pour les indigènes et les petits colons. C'est en définitive une acquisition très précieuse pour notre belle colonie du Congo.

BOTANIQUE. — *Le gamétophyte des* Marchantiales. *De l'importance de ses caractères anatomiques.* Note de M. A. **Lamothe**, présentée par M. Guignard.

Dans la sous-classe des *Marchantiales*, tous les gamétophytes sont des thalles qui rampent, d'où résulte une dorsi-ventralité très marquée. Du

côté dorsal au côté ventral, on a successivement : 1° un épiderme supérieur généralement percé d'ostioles; 2° un tissu creusé de cryptes aérifères; 3° un tissu non lacuneux limité par un épiderme inférieur muni de rhizoïdes et d'écailles.

Après avoir étudié les gamétophytes de 2 genres sur 3 de *Ricciaceæ* et de 15 sur 17 de *Marchantiaceæ*, nous sommes arrivés aux résultats suivants :

I. Chez les *Ricciaceæ* les pseudostomates sont *simples*, c'est-à-dire qu'ils sont dans le même plan que les cellules qui les entourent; ils sont *compliqués* ou absents chez les *Marchantiaceæ*.

A. *Ricciaceæ*. — Aux pseudostomates simples correspondent :

1° Des cavités aérifères très étroites, avec ouverture externe circulaire (*Riccia glauca*, *R. Bischoffii*, *R. sorocarpa*), ou carrée (*R. bifurca*);

2° Des cavités très vastes, sans ostioles (*R. crystallina*), avec ostioles entourés d'anneaux cellulaires concentriques (*R. fluitans*), ou placés à l'extrémité d'une toute petite proéminence (thalles jeunes de *Ricciocorpus natans*).

B. *Marchantiaceæ*. — α. Les unes ont un ostiole porté par un petit monticule. Les cavités qui leur correspondent forment :

a. Deux ou trois étages avec, dans leur intérieur, quelques files de cellules chlorophylliennes (*Corsinia marchantioides*), ces cellules chlorophylliennes pouvant manquer (*Plagiochasma italicum*);

b. Plus de trois étages. Dans ce cas, les ostioles sont petits (*Clevea Rousselianum*), larges (*Hypenantron venosum*), portés par sept anneaux cellulaires superposés (*Reboulia hœmispherica*), de grandeur inégale sur des parties de thalle très voisines (*Fimbriaria Stahlii*), ou très rarement entourés par des anneaux cellulaires concentriques (*Fimbriaria Blumeana*);

c. Un seul étage. Les cavités aérifères sont alors remplies de nombreuses files de cellules chlorophylliennes. Le thalle vu par sa face supérieure montre des compartiments inégaux (*Targionia hypophylla*); le tissu assimilateur situé sous les ostioles est formé en partie de longues pointes incolores très caractéristiques (*Fegatella conica*); les ostioles sont à l'extrémité de cinq anneaux cellulaires superposés (*Lunularia vulgaris*).

β. Les autres ont deux ostioles placés à l'extrémité d'un canal, dont une partie plonge librement dans les cavités aérifères, qui ne forment encore ici qu'un étage.

Le canal est entouré par 4 anneaux cellulaires et conduit à des cavités très petites (*Marchantia polymorpha* v. *aquila*), ou très grandes (*Preissia commutata*); 5 anneaux (*Marchantia polymorpha* v. *mamillata*); 6 anneaux, les cavités aérifères dessinant, en coupe longitudinale, deux triangles de hauteurs inégales (*Marchantia emarginata*), ou un rectangle (*Marchantia palmata*); 7 anneaux (*Marchantia paleacea*).

γ. Enfin, il en est qui, sur leurs thalles adultes, n'ont ni pseudo-stomates, ni cryptes aérifères. A la surface supérieure du gamétophyte sont restées en place quelques files

de cellules chlorophylliennes remplissant à l'origine les cavités. Ces files sont rares (*Dumortiera irrigua*), ou très abondantes (*D. hirsuta et D. velutina*).

II. Le parenchyme non lacuneux varie beaucoup comme importance. Il se confond avec celui percé de cryptes aérifères dans le genre *Riccia;* il se compose de trois rangées cellulaires au maximum dans le genre *Ricciocarpus.*

Il est plus important, sans atteindre la moitié de l'épaisseur du thalle, et renferme des cellules oléifères, rares (*Corsinia marchantioides, Clevea Rousselianum* et *Hypenantron venosum*), ou très nombreuses (*Reboulia hœmispherica*).

Il est aussi large que la partie à cavités dans *Fimbriaria Blumeana* et atteint les deux tiers de l'épaisseur du thalle dans *Fimbriari Stahlii.* Des canaux mucilagineux n'existent que dans la nervure médiane des gamétophytes de *Fegatella conica* et de *Marchantia paleacea.* On ne rencontre de cellules sclérifiées que chez *Preissia commutata.* Les grains d'amidon sont rares chez *Dumortiera irrigua;* très abondants, mais petits, chez *Dumortiera hirsuta,* très gros chez *Dumortiera velutina.*

III. A. *Ricciaceæ.* — Il n'y a pas d'écailles chez *Riccia crystallina;* elles peuvent disparaître de très bonne heure (*Riccia glauca* et *Riccia Bischoffii*), se conservent sur les thalles adultes (*Riccia sorocarpa* et *Riccia bifurca*), se déchirent rarement en deux (*Riccia fluitans*) ou sont disposés sans ordre apparent (*Ricciocarpus natans*).

B. *Marchantiaceæ.* — α. Les unes ont des écailles pourvues d'une papille primaire terminale et disposées sans ordre apparent; mais, si elles sont lobées chez *Plagiochasma italicum,* elles ne le sont pas chez *Corsinia marchantioides, Clevea Rousselianum* et *Hypenantron venosum.* Elles sont sur un rang et très développées chez *Targionia hypophylla,* à peine visibles chez *Dumortiera irrigua* et disparaissent de bonne heure chez *Dumortiera hirsuta* et *Dumorteria velutina.*

β. Les autres ont une papille terminale primaire, qui a été rejetée de côté; elles sont sur la nervure, médiane et normales, sauf chez *Preissia commutata,* où elles sont formées, lorsqu'elles sont jeunes, par deux parties étalées reliées par une partie mince.

Chez *Marchantia polymorpha,* en dehors des écailles médianes, il en existe d'autres, qu'on peut qualifier de latérales et de marginales.

Le nombre assez élevé des échantillons étudiés et les particularités anatomiques qu'ils présentent nous permettent d'affirmer, avec assez de raison, que ces dernières peuvent suffire à différencier les uns des autres, non seulement les genres, mais encore les espèces d'un même genre. Les cavités aérifères et les ostioles, en particulier, fournissent des caractères de tout premier ordre et d'autant plus nets qu'on se rapproche davantage des *Marchantiales* à structure compliquée.

Ce sont les *Ricciaceæ* qui, au point de vue anatomique, présentent entre elles le plus d'analogie et il est parfois indispensable d'avoir à sa disposition des individus jeunes pour une détermination rigoureuse.

Du reste, nous poursuivons nos recherches et nous espérons pouvoir

montrer prochainement qu'il faut accorder la prépondérance au gamétophyte pour former la sous-classe des *Marchantiales* et en faire un groupe végétal des plus naturels.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence de la radioactivité sur le développement des plantes.* Note de M. J. STOKLASA, présentée par M. L. Maquenne.

Ayant reconnu que les méthodes employées pour étudier l'action des rayons et des émanations du radium sont insuffisantes pour en préciser les effets sur la végétation, j'ai cru devoir reprendre cette question, que je poursuis depuis maintenant 5 ans.

Comme substance radioactive, j'ai employé du *nasturan* qui accusait, par kilogramme, une teneur en radium de $0^g,000136$; les essais étaient ordonnés de telle sorte que le nasturan était enfermé dans des récipients de verre, sous des poids variant de $0^g,5$ à 4^g, puis dans des vases de végétation où se trouvait de la solution nutritive de Knop. Grâce à l'emploi d'un appareil spécialement construit par nous, l'ensemble des racines se trouvait constamment en contact avec le nasturan, enfermé dans les récipients de verre.

Après 30 jours de végétation, surtout dans le cas du maïs, on constate de grandes différences avec les témoins : le poids de 9 plantes venues sans nasturan était de $20^g,16$; avec $0^g,5$ de matière radioactive, la végétation était plus touffue et a donné, après 32 jours, $36^g,24$ de récolte. En revanche, 1^g de nasturan n'a plus donné que $3^g,88$; avec 2^g, la récolte s'est encore abaissée à $3^g,26$, et avec 4^g à $2^g,62$.

La quantité la plus favorable de matière active a donc été de $0^g,5$; au delà de cette dose, elle est devenue franchement nuisible.

Mais ce qui est plus intéressant encore, c'est l'étude de l'influence sur le développement des plantes des eaux radioactives de Joachimsthal. Certains puits y fournissent des eaux actives à raison de 300 à 2000 unités (*Macheeinheiten*); ce sont les plus fortes, à ce point de vue, de toutes celles qu'on rencontre dans notre continent.

A part leur emploi thérapeutique il n'a encore été fait sur ces eaux aucun essai physiologique régulier, non plus qu'avec celles d'origine semblable; leur emploi présente d'ailleurs une certaine difficulté : l'activité qu'elles possèdent à la source disparaît assez vite et il m'a fallu en faire venir quotidiennement du puits de Werner pour subvenir aux nécessités de ces recherches.

Mes essais ont porté : 1° sur la germination et 2° sur le développement des plantes; ils ont eu lieu sur des graines de *Triticum vulgare*, *Hordeum*

disticum, *Vicia faba*, *Pisum sativum*, *Lupinus angustifolius*, *Trifolium pratense* et *Pisum arvense*, dans chaque cas sur de grandes quantités et dans les mêmes conditions de température (20° C.) et d'éclairement.

Après 8 jours les effets sont déjà frappants : dans l'eau radioactive l'orge avait des racines de 44^{mm} à 50^{mm} de longueur et des tiges de 61^{mm} à 72^{mm}, tandis que dans l'eau ordinaire, de même composition chimique, la longueur des racines ne dépassait pas 6^{mm} et celle des tiges 13^{mm}.

Avec les autres plantes, ainsi que le montre le Tableau suivant, les résultats ont été du même ordre :

	Vicia faba.		*Lupinus ang.*		*Pisum arvense.*	
	Racines.	Hypocot.	Racines.	Hypocot.	Racines.	Hypocot.
Eau radioactive..	$30\text{-}50^{mm}$	$34\text{-}50^{mm}$	$18\text{-}32^{mm}$	$57\text{-}62^{mm}$	$23\text{-}28^{mm}$	46^{mm}
Eau ordinaire....	$13\text{-}22^{mm}$	$9\text{-}14^{mm}$	$4\text{-}7^{mm}$	8^{mm}	$15\text{-}24^{mm}$	$5\text{-}13^{mm}$

Je pourrais en citer d'autres exemples encore, où l'on voit la radioactivité de l'eau activer la poussée des embryons, donner une germination prompte et ensuite un développement des feuilles et des racines d'une rapidité vraiment surprenante : des graines auxquelles on a fourni 300 à 600 unités d'eau radioactive ont germé après 24 et 36 heures, alors que dans l'eau ordinaire il leur fallait de 56 à 120 heures.

Dans les essais que nous avons poursuivis plus longtemps, en laissant les plantes se développer toujours dans les mêmes conditions, mais en ajoutant à l'eau les matières minérales nécessaires à leur alimentation, on a aussi constaté des différences extraordinaires.

Après 40 jours de végétation le poids de matière sèche contenue dans 10 pieds de *Pisum arvense* était de $2^{g},3$ dans l'eau ordinaire et $7^{g},7$ dans l'eau radioactive; avec les *Vicia faba* on a trouvé pour 10 plantes $1^{g},4$ de matière sèche dans l'eau ordinaire et $6^{g},5$ dans l'eau active; avec le *Lupinus angustifolius* on a trouvé de même $2^{g},9$ et $4^{g},1$; enfin avec *Hordeum distichum* les poids de matière sèche élaborée ont été de 1^{g} dans l'eau ordinaire et $11^{g},6$ dans l'eau radioactive.

Ces nombres montrent comment la radioactivité de l'eau favorise toute la production végétale et par suite on peut prétendre avec certitude que la mécanique des tissus et des échanges gazeux se trouve énormément facilitée par cette influence; il en est certainement de même pour l'assimilation photosynthétique dans les cellules riches en chlorophylle.

Il va de soi qu'une analyse précise tendant à déterminer jusqu'où va

l'action de la radioactivité sur les transformations chimiques des tissus des plantes vertes s'impose.

Un autre effet intéressant des eaux radioatives de Joachimsthal à 600 unités est leur influence empêchante sur le développement de certains micro-organismes, entre autres le *Bac. mycoides*, le *Bac. fluorescens liquefaciens*, le *Bact. pyocyaneum* et le *Bact. filefaciens*.

La seule exception qu'on ait rencontrée est l'*Azotobacter chroococcum* qui, comme on le sait, est capable d'assimiler l'azote gazeux et sur le développement duquel l'eau radioactive n'a pas d'effet aussi puissant que sur les autres bacilles.

CYTOLOGIE. — *La vérité du schéma hétérohoméotypique.* Note de M. V. GRÉGOIRE, présentée par M. Guignard.

M. Dehorne (¹) a proposé, pour nos figures des cinèses de maturation dans le *Lilium*, une interprétation fort personnelle, qui le conduit à rejeter, pour les plantes comme pour les animaux, le schéma hétérohoméotypique (²).

D'après l'auteur, le nombre diploïdique du *Lilium* est 12 et non 24; le nombre haploïdique est 6. Les douze « chromosomes » diacinétiques à deux branches sont donc les chromosomes somatiques eux-mêmes, longitudinalement divisés. A la métaphase I, ces chromosomes ne se dissocient pas dicentriquement en leurs branches, mais six d'entre eux se rendent à un pôle et les six autres au pôle opposé; c'est là le phénomène réducteur. Durant l'anaphase, les branches se détachent l'une de l'autre dans les chromosomes, chaque groupe anaphasique devenant par là composé de douze bâtonnets chromatiques. Ceux-ci, à leur tour, se dédoublent longitudinalement et traversent, ainsi divisés, l'intercinèse; puis, à la métaphase II, au lieu de se dissocier en leurs moitiés longitudinales, ils se distribuent en deux groupes de six bâtonnets doubles, qui se rendent en sens opposé vers les pôles.

La présente Note a pour objet de montrer, d'après une étude nouvelle et plus approfondie encore de nos préparations de divers *Lilium*, que les phénomènes de la maturation s'accomplissent bien, dans ces plantes, suivant le

(¹) *Recherches sur la division de la cellule* (II) (*Arch. de Zool. exp. et gén.*, 1911).

(²) Rappelons que le schéma hétérohoméotypique ne concerne que les phénomènes qui se déroulent depuis la diacinèse jusqu'à la fin de la seconde cinèse et laisse intacte la question de la conjugaison des chromosomes à la première prophase.

schéma hétérohoméotypique et contredisent, dans tous les points qui lui sont propres, l'interprétation singulière de Dehorne.

1. *Caryocinèse somatique ; nombre diploïdique* (*L. speciosum*). — Les figures somatiques sont ici absolument semblables à celles que nous avons publiées récemment pour d'autres plantes ([1]). Elles montrent, à toute évidence, qu'à la métaphase 24 rubans chromatiques s'insèrent au fuseau en une plaque équatoriale unique et qu'ils se dissocient ensuite dicentriquement en leurs moitiés longitudinales : 24 est donc bien le nombre diploïdique dans le *Lilium* et 12 est le nombre haploïdique. Cela seul suffit à ruiner l'interprétation de Dehorne.

2. *Cinèse hétérotypique* (*L. speciosum*). — C'est au moment où les *chromosomes* à deux branches se trouvent encore éparpillés au sein de l'ébauche fusoriale qu'ils contractent adhérence, en un point bien précis avec les filaments du fuseau. L'insertion, souvent terminale, est plus rarement médiane ou intermédiaire. Les figures de ce stade et celles des stades ultérieurs montrent, avec évidence pour certains chromosomes, avec une extrême probabilité pour les autres, que les branches sont insérées en superposition. Dès ce stade précoce, on constate, dans les points d'insertion, le début d'un écartement dicentrique des deux branches, celles-ci apparaissant comme étirées légèrement, en sens opposé, le long des filaments fusoriaux. C'est sous cette forme et en marquant même davantage cette dissociation commençante, que les chromosomes arrivent bientôt à se ranger, *tous les douze*, dans un plan transversal bien défini, où ils composent une *plaque équatoriale unique* d'une remarquable régularité. Il est évident que cette figure prépare l'achèvement de la dissociation dicentrique des branches. C'est bien là ce que l'anaphase va réaliser définitivement.

Pour s'en convaincre, il n'y a qu'à suivre les aspects anaphasiques qui se succèdent dans une coupe longitudinale d'un même sac pollinique. On voit d'abord des figures tout à fait semblables aux plaques équatoriales, hormis que les branches chromosomiques sont étirées davantage de part et d'autre vers les pôles, ce qui diminue d'autant l'importance des portions encore situées à l'équateur. Les divers aspects de ce genre montrent des degrés croissants de dissociation dicentrique et mènent ainsi à d'autres figures où, dans quelques chromosomes déjà, mais non encore dans tous,

(1) *Les phénomènes de la métaphase et de l'anaphase dans la caryocinèse somatique* (*Ann. Soc. scient. Bruxelles*, 1912).

les deux branches sont tout à fait détachées l'une de l'autre à l'équateur. Puis viennent des cellules où tous les chromosomes ont achevé leur dissociation et où l'on voit deux groupes indépendants de *chromosomes-filles* se correspondant symétriquement d'un côté à l'autre du plan équatorial. C'est au moment où les chromosomes-filles vont se détacher l'un de l'autre, que devient nette, dans chacun d'eux, la fente longitudinale anaphasique qui leur donne, suivant le mode d'insertion, la forme de V simple, de V caudé ou de V double.

La sériation que nous venons d'exposer, indiquée déjà par la localisation des aspects dans le sac pollinique, devient tout à fait évidente si l'on songe qu'elle représente la seule liaison possible, *par un progrès lentement gradué*, entre le stade de plaque équatoriale et celui des deux plaques anaphasiques et que, d'autre part, les figures que nous avons mentionnées sont *les seules qu'on observe*, sans qu'on puisse trouver rien qui ressemble aux mouvements chromosomiques compliqués que postule l'hypothèse de Dehorne. Il est donc *évident* que l'anaphase comporte une dissociation dicentrique des douze *chromosomes* en leur branches et que ce sont celles-ci qui, divisées longitudinalement, entrent dans l'intercinèse.

3. *Cinèse homéotypique* (*L. candidum* et *L. Martagon*). — Les douze chromosomes de la seconde cinèse, composés de moitiés longitudinales assez indépendantes, s'insèrent au fuseau, le plus souvent par une extrémité, de façon à y superposer leurs moitiés et à constituer une *plaque équatoriale unique*.

La régularité de cette plaque est d'autant plus frappante que les chromosomes, en dehors de leur point d'insertion, prennent les orientations les plus variées, les deux moitiés longitudinales d'un même chromosome étant souvent couchées sur le fuseau suivant deux directions opposées. A l'anaphase, on suit les *étapes graduelles* de la dissociation dicentrique des moitiés dans chacun des chromosomes. Le mouvement de séparation débute dans les points d'attache au fuseau pour s'étendre ensuite à toute la longueur des chromosomes. Les figures sont tout aussi démonstratives que dans une cinèse somatique ordinaire.

Conclusion. — Tout ce qui précède démontre que l'hypothèse de Dehorne ne répond en rien à la réalité et que le schéma hétérohoméotypique demeure complètement vrai pour le *Lilium*. Cette conclusion, nous n'hésitons pas à l'étendre à toutes les plantes supérieures ; d'abord à cause

de l'analogie foncière que révèlent, dans toutes les espèces étudiées, les images de la maturation; ensuite, parce que l'interprétation de Dehorne pour la cinèse somatique, fondement indispensable de son interprétation de la maturation, est certainement fausse pour les plantes, ainsi que nous l'avons établi ailleurs. Les mêmes raisons démontrent que notre conclusion s'applique aussi à un grand nombre au moins d'animaux.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Nouvelle contribution à l'étude des substances hémolytiques dérivées du sérum et du vitellus de l'œuf, soumis à l'action des venins.* Note de M. C. **Delezenne** et Mlle S. **Ledebt**, présentée par M. E. Roux.

Nous avons signalé dans des Notes antérieures que l'hémolysine qui apparaît dans le sérum de cheval ([1]) ou le vitellus de l'œuf ([2]), soumis à l'action du venin de cobra, est un produit de transformation des phosphatides et, en particulier, de la lécithine que l'on voit disparaître progressivement des mélanges au cours de la réaction.

Ce produit nouveau, dont la mise en liberté résulte incontestablement d'une action diastasique du venin, se différencie de la lécithine par sa solubilité dans l'eau et son insolubilité complète dans l'éther; par contre, comme la lécithine elle-même, l'hémolysine se dissout très facilement dans l'alcool.

C'est en nous fondant sur ces caractères que nous avons pu réussir à séparer, d'une façon très satisfaisante, cette substance des divers produits qui l'accompagnent dans les milieux complexes où elle prend naissance. Cette séparation, difficile et toujours imparfaite, lorsqu'on s'adresse au sérum, est, au contraire, relativement aisée quand on utilise le vitellus de l'œuf:

L'émulsion de vitellus d'œuf de poule, additionnée d'une dose convenable de venin de cobra, est maintenue à l'étuve à 50° jusqu'à ce que le pouvoir hémolytique du mélange, évalué sur les globules de cheval, ait atteint sa valeur maximum.

Cette émulsion, desséchée aussi parfaitement que possible dans le vide sulfurique, donne, après broyage, une poudre de consistance grasse qu'on épuise à froid par l'*acétone pur,* dans un appareil à agiter.

([1]) *Action du venin de cobra sur le sérum de cheval. Ses rapports avec l'hémolyse* (*Comptes rendus*, 20 mars 1911, t. 152, p. 790).

([2]) *Formation de substances hémolytiques et de substances toxiques aux dépens du vitellus de l'œuf soumis à l'action du venin de cobra* (*Comptes rendus*, 3 juillet 1911, t. 153, p. 81).

Le résidu, mis à nouveau à dessécher, est repris par l'*alcool absolu*, à froid, et le soluté, soigneusement filtré, est précipité par l'*éther anhydre*, dans les éprouvettes de la centrifuge. Après centrifugation et lavages répétés à l'éther anhydre, on obtient une poudre blanche, de consistance graisseuse, s'altérant facilement à l'air, qu'on achève de purifier par plusieurs redissolutions dans l'alcool suivies de précipitations par l'éther.

La substance, conservée sous l'éther anhydre, donne, dans l'eau salée physiologique, après évaporation de l'éther, des solutions mousseuses d'une activité hémolytique extrêmement considérable.

Eu égard à sa composition chimique, l'hémolysine ne se différencie pas considérablement de la lécithine, dont elle dérive. C'est une lécithine dont la molécule ne renferme plus d'acides gras non saturés (acide oléique). Il est facile de s'assurer, en effet : 1° qu'au cours de la réaction, l'acide oléique augmente progressivement dans le milieu; 2° que l'hémolysine elle-même, isolée puis traitée par HCl, donne en même temps que les autres produits de dédoublement de la lécithine (acide phosphoglycérique, choline) des acides gras saturés (acides palmitique et stéarique), mais est toujours totalement dépourvue d'acide oléique.

Nous avons montré précédemment, d'autre part, que les mélanges venin-sérum, après avoir acquis un pouvoir hémolytique maximum, perdent peu à peu leurs propriétés et finissent par devenir totalement inactifs, voire même empêchants.

Cette seconde phase du phénomène, qui est particulière au sérum, s'accompagne de la formation d'un trouble que l'on voit augmenter progressivement au fur et à mesure que le mélange perd son pouvoir hémolytique. Ce trouble se réduit, peu à peu, en un fin précipité dont les éléments sont microscopiquement constitués par des globoïdes biréfringents donnant la croix de polarisation.

Nous avons constaté que ce précipité, qui peut être séparé de son milieu par centrifugation, lavé à plusieurs reprises par la solution physiologique, puis par l'eau distillée, est constitué presque exclusivement par des *savons calciques* (palmitate et stéarate de calcium).

Si l'on substitue au sérum de cheval le vitellus de l'œuf, les mélanges acquièrent plus ou moins rapidement, suivant la dose de venin ajoutée et la température d'action, un pouvoir hémolytique très intense; mais quand le maximum est atteint, ces mélanges ne continuent pas à évoluer, ils conservent indéfiniment les propriétés qu'ils ont acquises.

La seconde phase du phénomène, qui correspond à un dédoublement,

par le venin, de l'hémolysine primitivement formée, nécessite la présence de certaines substances qui se trouvent dans le sérum et qui n'existent pas, ou sont en quantité insuffisante dans le vitellus de l'œuf.

En effet, le sérum soumis à la dialyse (contre NaCl pour éviter la précipitation des globulines) se comporte comme le vitellus de l'œuf. Dans un mélange venin + sérum dialysé, l'hémolysine se forme mais ne disparaît pas, les conditions de milieu ne permettant plus à la diastase du venin d'exercer son action seconde. Et il s'agit bien d'une question de milieu, car il suffit de restituer au sérum dialysé les produits qui passent à la dialyse, ou ceux qui traversent par filtration les membranes de collodion, pour permettre au venin de poursuivre son action, c'est-à-dire de rendre les mélanges totalement inactifs.

Fait intéressant, on obtient le même résultat en ajoutant au sérum dialysé du liquide céphalo-rachidien qu'on peut considérer comme un produit de filtration ou plus exactement de dialyse naturelle du plasma sanguin. Or ce liquide, comme le dialysat du sérum, reste lui-même inerte lorsqu'on lui ajoute du venin.

Il résulte de cet ensemble de faits que le venin, après avoir libéré l'hémolysine, ne peut exercer son action seconde, c'est-à-dire le dédoublement de la substance primitivement formée, sans le concours de quelque produit du sérum agissant à la façon d'un co-ferment.

Nous aurons à examiner de plus près, dans une Note ultérieure, la nature de ce produit et son mode d'action; qu'il nous suffise de signaler, pour l'instant, que l'on peut empêcher la seconde phase du phénomène en ajoutant aux mélanges venin-sérum, à la période d'activité maximum, une dose convenable de citrate ou d'oxalate de soude.

Nous avons observé, d'autre part, qu'ajoutés à l'hémolysine extraite du vitellus de l'œuf, le liquide de filtration du sérum ou le liquide céphalo-rachidien permettent à la diastase du venin d'effectuer le dédoublement de cette substance, que le venin seul se montre incapable de modifier.

Ce dédoublement aboutit à la mise en liberté des acides gras saturés (acides palmitique et stéarique) qui, en s'unissant à la chaux du sérum, donnent précisément les savons calciques, que nous avons vu apparaître dans ce liquide, au fur et à mesure qu'il perdait ses propriétés nocives pour les globules.

PHYSIOLOGIE. — *Propriétés physiologiques de certains lipoïdes. Les lipoïdes homo et hétéro-stimulants des organes.* Note de M. **Henri Iscovesco**, présentée par M. A. Dastre.

L'étude chimique des lipoïdes a été l'objet de nombreuses recherches depuis quelques années : il convient de citer en particulier à ce sujet le beau travail d'Erlandsen sur les lipoïdes du cœur, qui peut servir comme modèle du genre. L'étude du rôle que peuvent jouer ces substances sur l'organisme normal n'avait pas été faite jusqu'à ce jour : ce sont les résultats des études poursuivies à ce sujet, depuis 4 ans, que j'expose dans cette Note.

Préparation. — Les lipoïdes qu'on extrait des organes diffèrent, non seulement suivant les solvants qu'on emploie, mais aussi suivant l'ordre dans lequel on les emploie. Il convient donc, dans cette étude, de se servir d'une méthode constante. J'ai exposé cette technique ailleurs (¹) de la façon suivante :

D'une manière générale, j'ai trouvé qu'il existait, suivant les organes étudiés, des lipoïdes uniquement homo-stimulants, c'est-à-dire n'agissant que sur un organe, précisément sur celui dont le lipoïde provient, et sur aucun autre, et d'autres lipoïdes qui sont, en même temps, homo et hétéro-stimulants : c'est-à-dire qu'ils agissent non seulement sur l'organe dont ils proviennent, mais encore sur toute une série d'autres organes.

Lipoïdes homo-stimulants. — *Lipoïde de l'ovaire.* — Le lipoïde de l'ovaire (II F *b*) se présente sous l'aspect d'un corps pulvérulent, jaune pâle, soluble dans l'éther, l'alcool, le chloroforme, les huiles et la vaseline liquide (mes expériences ont porté sur vingt animaux de même âge, de même poids, dont plusieurs provenaient d'une même portée).

Après 3 mois d'observation, quinze de ces animaux ont reçu tous les deux jours, en injection hypodermique dans l'huile, $0^{g},01$ par kilogramme (tous les animaux pesaient environ 3^{kg}) du lipoïde homo-stimulant de l'ovaire. Après 2 mois de traitement, ils ont été gardés en observation pendant 5 semaines, puis sacrifiés. A l'autopsie, on constate que tous les organes, sans exception, sont normaux comme poids. Seul l'appareil génital, dans son ensemble, est hypertrophié. Les ovaires sont augmentés : ils ont doublé et triplé comme poids, et ils sont remplis de follicules.

(¹) *Comptes rendus Soc. Biol.*, t. II, 1911, p. 700, et t. I, 1912, p. 228 et 858.

Les cinq animaux non traités ont été gardés comme témoins. Ils ont été sacrifiés le même jour que les animaux soignés.

Dans la figure 1 ci-dessous, on voit un utérus témoin, le plus gros que nous ayons trouvé.

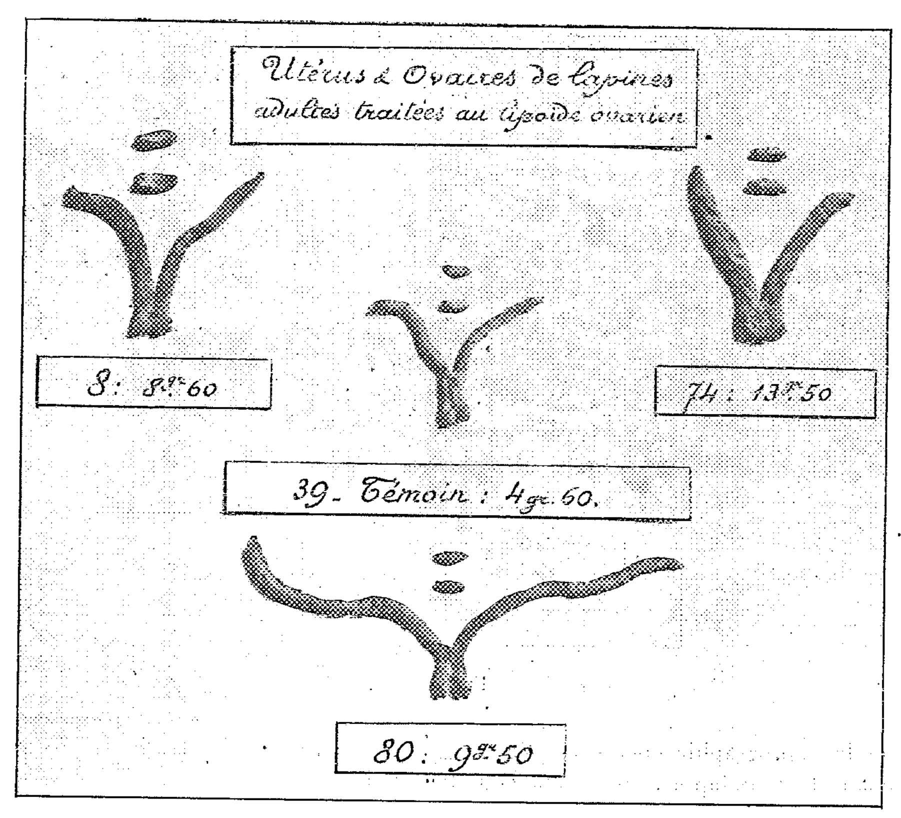


Fig. 1.

Les trois autres utérus proviennent d'animaux traités.

J'ajoute qu'en ce qui concerne les ovaires, ceux du témoin pesaient 0g,30; ceux du lapin n° 8 : 1g,30; ceux du lapin n° 80 : 0g,68 et ceux du lapin n° 74 : 1g,15.

Tous les autres organes sans exception avaient des poids normaux.

Lipoïde homo-stimulant du testicule. — J'ai isolé du testicule de taureau et de cheval le lipoïde II F*b*, qui est absolument l'homologue de celui de l'ovaire et qui a des propriétés stimulantes sur le testicule et l'ensemble de l'appareil génital mâle.

A l'autopsie des animaux traités, on trouve les organes absolument normaux comme poids et comme volume; seuls les organes génitaux, et en particulier le testicule, sont considérablement augmentés de volume et de poids.

Chez tous les animaux traités, les poids des différents organes étaient les suivants :

$0^g,44$ à $0^g,55$ pour les capsules surrénales; 110^g à 125^g pour le foie; 19^g à 23^g pour les deux reins; $0^g,25$ à $0^g,30$ pour les deux thyroïdes, $1^g,15$ à $2^g,20$ pour la rate; $9^g,70$ à 10^g pour le cœur.

L'action du lipoïde en question est donc nettement spécifique.

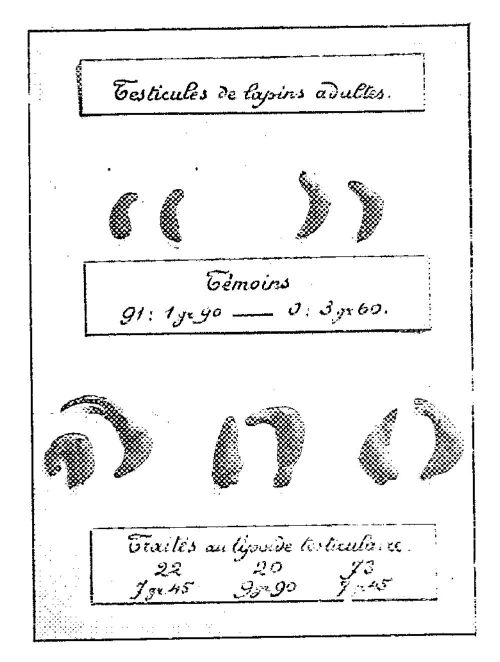


Fig. 2.

Dans la photographie ci-dessus (*fig.* 2), j'ai groupé, à côté des testicules normaux provenant de deux lapins, les testicules de trois animaux *traités*.

LIPOÏDES HOMO- ET HÉTÉRO-STIMULANTS. — Le type de ces lipoïdes est représenté par le lipoïde de la thyroïde : le lipoïde II B*b* (¹).

Je me suis servi pour sa préparation de thyroïde de mouton. Injecté au lapin à la dose de 1^{cg} par kilo, il provoque, quelques minutes après l'injection, de la tachycardie avec anhélence, rougeur intense de l'oreille et exophtalmie.

Ces phénomènes disparaissent au bout de 15 à 20 minutes, et tout rentre dans l'ordre.

Dans une série d'expériences (six animaux pesant 3000^g), j'ai injecté pendant 2 mois, tous les jours, 2^{cg} de ce lipoïde en solution huileuse. Au bout de ce temps j'ai sacrifié les animaux et voici ce que j'ai constaté :

(¹) Voir, pour ces désignations : *Comptes rendus Soc. Biol.*, t. II, 1911, p. 700 et t. I, 1912, p. 225 et 858.

Les yeux étaient saillants, les glandes lacrymales étaient considérablement hypertrophiées.

Le cœur des animaux traités était constamment hypertrophié. Les capsules surrénales étaient aussi constamment hypertrophiées chez les animaux traités.

Ce lipoïde (II B*b*) a aussi une action très nette sur l'appareil génital femelle, qu'il hypertrophie, mais d'une manière beaucoup moins nette que le lipoïde homo-stimulant de l'ovaire.

Enfin, les thyroïdes de tous les animaux traités avaient augmenté de poids et de volume.

Voici donc un lipoïde, extrait de la thyroïde, qui a des propriétés homo-stimulantes sur la thyroïde, et des propriétés hétéro-stimulantes sur le cœur, les capsules surrénales, l'appareil génital et l'appareil lacrymal.

PHYSIOLOGIE. — *Sur la durée de la circulation pulmonaire.* Note de MM. **J.-P. Langlois** et **G. Desbouis**, présentée par M. A. Dastre.

La vitesse de translation du sang dans l'organisme peut être étudiée, soit par des hémotachomètres, donnant la vitesse du courant sanguin en un point isolé, soit par des procédés permettant de déterminer le temps nécessaire pour la traversée de l'organisme ou d'un viscère.

Ce dernier procédé a été employé pour la première fois par Hering, qui injectait du ferrocyanure dans une veine et recherchait l'apparition de la réaction caractéristique dans un vaisseau éloigné. Mais la méthode de Hering avait le grand inconvénient de ne fournir qu'une seule détermination.

La méthode imaginée par Stewart offre cet avantage de permettre la multiplication des mesures. Stewart mesurait les variations de résistivité provoquée dans le sang par l'injection d'une solution saline concentrée. Nous avons modifié légèrement la méthode de Stewart et notre technique se rapproche plus de celle de Steinhaus.

Technique. — Un tube en verre, du diamètre de la carotide et portant deux tubulures latérales, est introduit dans la carotide. Les deux tubulures renferment des lames de platine formant électrodes et reliées à un pont de Wheatstone. Toute injection de solutions salines concentrées faites à distance, dans la jugulaire ou dans la saphène, par exemple, provoquera, au moment ou le liquide à faible résistance arrive dans le tube de verre, une rupture d'équilibre dans le pont et un déplacement du spot du galvanomètre.

En moins de 2 secondes, l'équilibre est rétabli et une nouvelle détermination peut être faite.

Dans plusieurs expériences, nous avons pu ainsi suivre les variations de la vitesse de circulation de minute en minute, enregistrant simultanément la pression et la respiration.

Près de 2000 déterminations de temps de circulation pulmonaire ont été faites actuellement dans les conditions les plus diverses.

Dans une première série de recherches, nous avons établi qu'en dehors de la taille les variations d'ordre physiologique de la pression, du rythme cardiaque, de la respiration n'apportent pas de modifications appréciables dans la vitesse de circulation pulmonaire.

Nous avons alors commencé une étude générale des variations apportées par des facteurs divers. Dans cette Note, nous résumerons brièvement les résultats déjà obtenus et qui se rattachent à l'influence de l'asphyxie, de l'apnée et d'agents thérapeutiques comme l'adrénaline, la digitaline, le chloroforme et l'éther.

Asphyxie. — Pendant l'asphyxie aiguë provoquée par la fermeture de la trachée, le temps de circulation pulmonaire est très augmenté et cette augmentation se produit graduellement, très nette pendant la période des mouvements dyspnéiques, plus forte encore pendant l'apnée consécutive.

Ainsi, pour une durée normale de 6 secondes, on note successivement pendant l'asphyxie 10-24-36 secondes, alors que l'apnée provoquée par la respiration artificielle forcée ne détermine aucune modification dans la durée de la traversée pulmonaire.

Adrénaline. — L'adrénaline provoque des ralentissements énormes, jus-

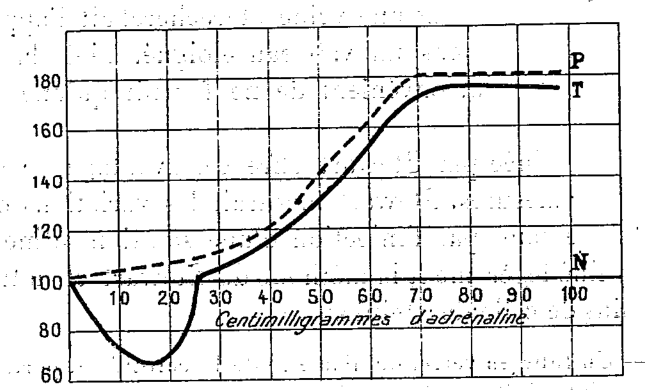


Fig. 1. — Courbe schématique des variations de la durée de la circulation pulmonaire en fonctions des doses d'adrénaline injectées. La ligne horizontale correspond à la durée normale = 100.
——— Courbe de la durée centésimale de la circulation pulmonaire.
- - - - - - Courbe de la pression artérielle.

qu'à 90 secondes et, bien que les grands ralentissements coïncident avec l'apnée adrénalinique, la cause doit être cherchée en dehors des mouvements de la cage thoracique. Le retard s'observe en effet même quand la

respiration n'est pas modifiée (troisième injection successive d'adrénaline) et enfin chez l'animal curarisé et respirant uniquement par des procédés artificiels.

Nous avons pu, par cette méthode, montrer la vaso-constriction intense des vaisseaux pulmonaires et l'influence des pneumogastriques sur cette vaso-constriction.

Mais l'étude de l'adrénaline nous a permis de montrer encore un autre fait intéressant : les effets opposés de la même substance suivant la dose utilisée. Si un milligramme d'adrénaline provoque un retard considérable dans la traversée pulmonaire, un quarantième de milligramme détermine une accélération. L'adrénaline constrictrice à haute dose est dilatatrice à très faible dose.

Digitaline. — La digitaline à dose thérapeutique détermine une accélération du cours du sang dans le poumon, mais ici l'action est surtout cardiaque; à dose toxique on note, au contraire, un retard considérable.

Chloroforme et éther. — L'action antagoniste de ces deux anesthésiques

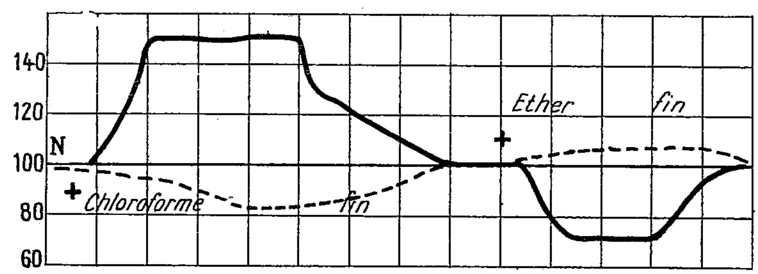


Fig. 2. — Courbe schématique de la durée de la circulation pulmonaire pendant l'anesthésie avec le chloroforme et avec l'éther. La ligne horizontale représentant la durée de la circulation normale, la courbe ———— les variations relatives de la durée de la circulation, la ligne - - - - - - la pression artérielle en valeur relative. (La chute brusque de la première courbe répond à la fin de l'inhalation chloroformique.)

a souvent été opposée. Il nous a paru intéressant de connaître leurs effets sur la durée de la circulation pulmonaire.

Sur un chien préalablement anesthésié par le chloralose, suivant d'ailleurs une règle constante dans ces recherches, on administre, en inhalations, successivement du chloroforme puis de l'éther.

Avec le chloroforme le temps de circulation passe de 6 à 10 secondes, revient à 6 secondes quand on cesse le chloroforme, puis avec l'éther, tombe à 5 et 4 secondes; ce qui revient à dire qu'en représentant par 100

la durée de circulation normale, avec le chloroforme cette durée atteint 150 et avec l'éther descend à 66.

Nous n'avons pas ici la prétention de trancher la question si controversée de la supériorité de l'un de ces anesthésiques sur l'autre; nous nous contentons, aujourd'hui du moins, d'apporter un nouvel élément aux connaissances déjà acquises sur les effets opposés de ces substances sur la circulation et plus spécialement sur la circulation pulmonaire.

MÉDECINE. — *L'antigène dans la réaction de Wassermann.* Note de M. A. **Desmoulière**, présentée par M. Guignard.

Nous avons, dans deux Notes précédentes (¹), résumé nos recherches sur l'antigène syphilitique, et indiqué le mode de préparation et l'utilisation d'un antigène constant et beaucoup plus sensible que les antigènes anciennement employés.

Cet antigène nouveau est, comme nous l'avons dit, obtenu par addition de cholestérine pure à une macération alcoolique de poudre de foie d'hérédo-syphilitique épuisée à l'éther.

On sait que, par les techniques anciennes, des foies différents d'hérédo-syphilitiques donnent des antigènes différents, de sensibilité et de valeur très inégales. Or, la technique que nous avons indiquée nous a toujours permis, quels que soient les foies d'hérédo-syphilitiques employés, d'obtenir un antigène de même valeur et de sensibilité supérieure à celle des antigènes préparés avec les mêmes foies, mais par les méthodes anciennes.

Nous apportons aujourd'hui, indépendamment de la confirmation de nos résultats antérieurs, quelques faits nouveaux :

1° Il nous a semblé intéressant de voir si, dans la préparation de notre antigène, la cholestérine ordinaire pure, ou cholestérine lévogyre, pouvait être remplacée par un isomère : l'isocholestérine, substance dextrogyre.

Nous avons constaté qu'aux mêmes doses, et dans les mêmes conditions, l'antigène à base de cholestérine droite donnait par dilution dans l'eau physiologique un produit trouble, abandonnant rapidement un précipité floconneux. Le mélange agité et utilisé dans la réaction de Wassermann a permis l'hémolyse totale en présence de sérums normaux, il a occasionné la déviation du complément avec des sérums de syphilitiques, mais il a

(¹) A. Desmoulière, *L'antigène dans la réaction de Wassermann* (*Comptes rendus*, t. 155, p. 592, séance du 23 septembre 1912 et p. 927, séance du 4 novembre 1912).

présenté, à ce point de vue, une sensibilité très nettement inférieure à celle de l'antigène à base de cholestérine gauche.

Dans la formule d'antigène que nous avons donnée, il y a donc intérêt à n'utiliser que la cholestérine gauche pure.

2° Nous avons dit, dans une Note précédente, que, en suivant notre technique et substituant du foie de porc au foie d'hérédo-syphilitique, nous avions obtenu un antigène qui, sans avoir la même sensibilité que celui préparé avec du foie d'hérédo, nous avait cependant donné des résultats exactement semblables à ceux obtenus à l'aide d'un bon antigène de foie d'hérédo, préparé suivant la technique ancienne.

Nous avions omis de dire que le foie de porc sur lequel nous avions opéré était un foie frais; or les essais que nous avons effectués depuis tendraient à prouver qu'un certain degré d'autolyse du foie est nécessaire pour obtenir un antigène très sensible par notre procédé.

Quoi qu'il en soit, nous avons cherché, dans la préparation de notre antigène, et sans nuire à sa sensibilité, à supprimer l'emploi du foie d'hérédo-syphilitique.

Nos expériences ont porté sur deux foies provenant : l'un d'un enfant, l'autre d'un adulte, ne présentant ni signes, ni antécédents de syphilis. Les foies, prélevés 48 heures environ après la mort, ont été broyés, séchés dans le vide, et traités par la méthode que nous avons précédemment indiquée. Nous avons pu obtenir ainsi des antigènes possédant sensiblement la même valeur que ceux préparés à l'aide de foies d'hérédo-syphilitique.

Nous voyons là un fait intéressant, non seulement au point de vue théorique, mais encore au point de vue pratique, car il n'est pas toujours facile de se procurer un foie d'hérédo-syphilitique. Les expériences que nous venons de signaler permettront de pouvoir préparer sans difficulté un antigène possédant actuellement toute la sensibilité désirable.

Nous continuons nos recherches sur la composition exacte de l'antigène syphilitique et la préparation d'un antigène complètement artificiel.

ANATOMIE COMPARÉE. — *Variations du ventricule succenturié et du gésier entraînées chez les canards par divers régimes alimentaires.* Note de M. **A. Magnan**, présentée par M. Edmond Perrier.

Dans une Note que nous avons publiée antérieurement [1], nous avons

[1] A. Magnan, *Variations expérimentales du foie et des reins chez les canards en fonction du régime alimentaire* (*Comptes rendus*, 8 juillet 1912).

mis en évidence l'influence très caractéristique des divers régimes alimentaires sur le foie des canards. Cette action doit se manifester avec plus de netteté sur le tube digestif dans son ensemble et l'estomac en particulier. Nous avons montré que l'estomac des oiseaux, composé du ventricule succenturié et du gésier, présentait une morphologie et un poids variable suivant l'alimentation de l'animal ([1]).

Nous avons adapté des canards à quatre régimes différents. L'expérience était intéressante à tenter, car elle nous permettait de voir si les variations que nous avions constatées dans la nature pouvaient être reproduites dans le laboratoire.

Un premier examen a porté sur le poids du ventricule et sur celui du gésier. Voici les résultats obtenus pour le ventricule succenturié :

	Ventricule par kilogramme d'animal.	
	Régime expérimental.	Régime naturel.
Piscivores	4,60	4,60
Végétariens	2,30	3,10
Insectivores	2,10	3,50
Carnivores	1,90	3,50

Si nous comparons les deux colonnes de nombres, nous observons qu'elles ne sont pas tout à fait identiques, ce qui est naturel, la première n'étant relative qu'à une seule espèce, la seconde étant formée par les moyennes d'un grand nombre d'espèces.

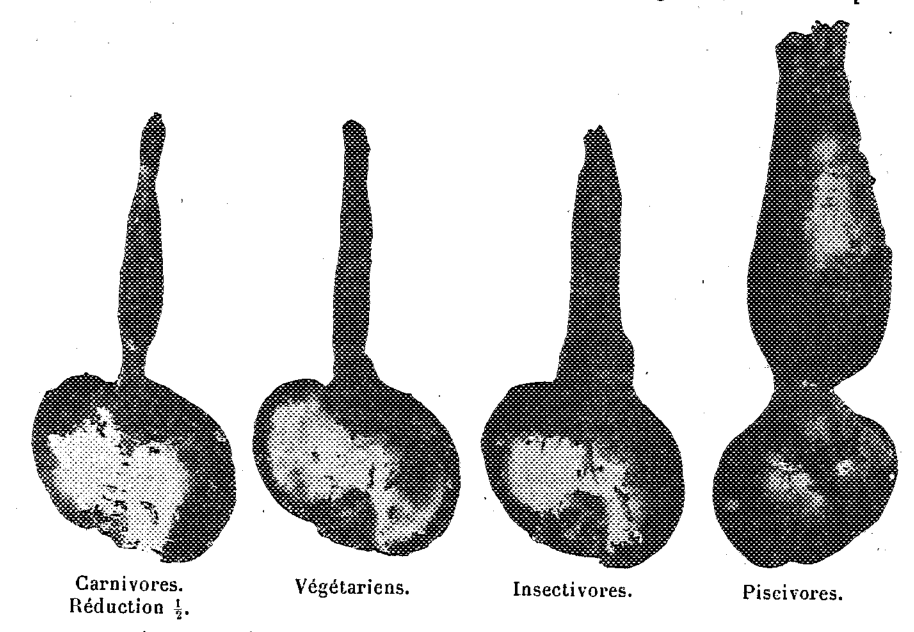
Il est surtout intéressant, pour ne pas faire état de petites variations, de mettre en évidence le grand écart que le régime piscivore entraîne dans les deux cas pour la valeur relative en poids du ventricule. Les piscivores constituent à eux seuls un groupe à part qui s'oppose aux trois autres, peu différents entre eux.

On ne peut qu'être frappé de la similitude des résultats pour le ventricule. Nous avions admis que l'accroissement du ventricule succenturié chez les piscivores était d'ordre mécanique et venait de ce que ces oiseaux se nourrissent de proies qu'ils avalent tout entières. Comme ces proies sont souvent volumineuses, rigides, elles exigent un grand développement du ventricule succenturié qui permette leur digestion en entier. Or nous avons

([1]) A. Magnan, *Le tube digestif et le régime alimentaire des oiseaux* (*Coll. de Morph. dyn.*, n°. 3, Paris, Hermann, 1911); *Essai de Morphologie stomacale en fonction du régime alimentaire chez les oiseaux* (*Ann. des Sc. nat.: Zool.*, 9e série, t. XV, 1912).

nourri nos canards avec des poissons entiers et nous sommes arrivés au même résultat. Il y a donc là un bel exemple d'adaptation au régime. Les photographies que nous joignons rendent d'ailleurs suffisamment compte des différences obtenues.

Relativement au gésier dont les modifications ne peuvent être que d'ordre mécanique et relatives à la dureté des aliments ingérés, notre expérience



Carnivores. Réduction $\frac{1}{2}$. Végétariens. Insectivores. Piscivores.

ne peut pas être aussi significative que le serait par exemple celle qui consisterait à comparer des granivores et des piscivores.

Toutefois, observons que notre régime végétarien composé d'une purée (farine de maïs, pommes de terre écrasées, pain trempé, feuilles hachées) comportait un faible développement du gésier. En fait, nous trouvons pour ces animaux le plus faible nombre, 13,60.

Pour les insectivores, d'un autre côté, nous trouvons un nombre 20,40, moins fort cependant qu'on eût pu l'attendre par comparaison avec le nombre moyen des insectivores (32,70). Or, observons que nos canards mangeaient des larves de mouche et non des insectes adultes et que si nous leur comparons les mangeurs de larves (Pic-vert), nous trouvons pour ceux-ci le nombre 17,50, voisin du premier.

Nos piscivores ont pour gésier 16,80, très rapproché de 15,90, moyenne des piscivores naturels.

Pour les carnivores, par contre, notre année d'expériences n'a pas suffi à

amener une réduction notable, le gésier est resté de 23,90, le plus fort de nos nombres. Ce résultat est du reste identique à celui que Weiss [1] avait déjà obtenu sur ces animaux. Il y aurait lieu de poursuivre l'expérience sur ce point.

ZOOLOGIE. — *Sur la faune ichtyologique des côtes de l'Angola.* Note de M. JACQUES PELLEGRIN, présentée par M. Ed. Perrier.

Les Poissons des côtes de l'Angola sont encore assez peu connus, malgré les travaux des naturalistes portugais comme Capello, R. Guimaraes et Osorio; aussi les collections ichtyologiques, rapportées de cette région au Muséum de Paris par M. Gruvel, présentent-elles un réel intérêt, surtout si on les compare aux nombreux matériaux rassemblés par ce voyageur lors de diverses expéditions antérieures sur les côtes de Mauritanie et du Sénégal et qui, déjà étudiées par moi, ont fait l'objet de plusieurs Notes et Mémoires [2].

Il y a lieu, en effet, d'examiner les rapports qui peuvent exister entre la faune ichtyologique de parties du littoral africain situées, au nord et au sud de l'Atlantique, à des latitudes sensiblement analogues.

Les Poissons dont on trouvera ci-dessous l'énumération proviennent tous des côtes méridionales de l'Angola (Mossamédès et Praya Amelia) :

TORPEDINIDÆ : *Torpedo narce* Nardo.

BALISTIDÆ : *Monacantus Hendeloti* Hollard.

DIODONTIDÆ : *Chilomycterus reticulatus* L.

CLUPEIDÆ : *Clupea aurita* C. V.

PLEURONECTIDÆ : *Hemirhombus guineensis* Bleeker, *Solea lascaris* Risso.

MUGILIDÆ : *Mugil capito* Cuvier.

SPHYRÆNIDÆ : *Sphyræna vulgaris* C. V.

TRICHIURIDÆ : *Trichiurus lepturus* L.

CARANGIDÆ : *Caranx rhonchus* Geoffroy, *Caranx crumenophthalmus* Bloch.

SCOMBRIDÆ : *Scomber colias* L. Gm., *Thynnus thunnina* C. V., *Echeneis naucrates* L., *Temnodon saltator* Bl. Schn.

SCIÆNIDÆ : *Otolithus nebulosus* C. V.

POLYNEMIDÆ : *Pentanemus quinquarius* L.

SPARIDÆ : *Cantharus lineatus* Montagu, *Box salpa* L., *Sargus Rondeleti* C. V., *Pagrus Ehrenbergi* C. V., *Pagellus erythrinus* L., *Pagellus mormyrus* L.

MULLIDÆ : *Upeneus prayensis* C. V.

---

(1) WEISS, *Sur l'adaptation fonctionnelle des organes de la digestion* (*Comptes rendus de la Soc. de Biol.*, 1901).

(2) Cf. *Bull. Soc. Zool. France*, 1905, p. 135; 1907, p. 83; *Actes Soc. linnéenne Bordeaux*, 1906, p. 17; 1907, p. 71.

Pristipomatidæ : *Pristipoma ronchus* Val., *Diagramma mediterraneum* Guichenot, *Diagramma macrops* nov. sp., *Dentex filosus* Val., *Dentex macrophthalmus* Bl., *Smaris melanurus* C. V.

Serranidæ : *Epinephelus tæniops* C. V., *Epinephelus goreensis* C. V., *Serranus cabrilla* L., *Anthias sacer* Bl.

Cette liste ne peut assurément donner qu'une idée assez sommaire de la faune ichtyologique marine de l'Angola, M. Gruvel s'étant attaché avant tout à prendre des Poissons comestibles et d'une certaine dimension. Elle permet cependant de faire diverses observations sur la distribution géographique.

Sur 34 espèces une seule est nouvelle, par conséquent spéciale à la région, c'est le *Diagramma macrops* [1], assez voisin du *D. citrinellum* Günther du Cap Vert, mais à yeux plus grands, à nageoire caudale émarginée; une espèce est répandue dans l'Atlantique intertropical, l'océan Indien et la Polynésie; 10 sont propres à l'Atlantique intertropical; l'une d'elles, le *Dentex filosus*, s'avançant jusque dans la Méditerranée; 4, sans se rencontrer sur nos côtes, sont surtout connues de la Méditerranée et des parties avoisinantes de l'Atlantique; 3, à distribution géographique très vaste, se trouvent sur nos côtes, dans la Méditerranée, l'Atlantique, l'océan Indien et au delà: 9 fréquentent notre littoral et habitent la Méditerranée et l'Atlantique tempéré et tropical; 6 enfin, communes dans nos régions, paraissent surtout spéciales à la Méditerranée et aux régions voisines de l'Atlantique. C'est donc, sur 34, un total de 18 espèces communes entre notre faune métropolitaine et celle du sud de l'Angola, chiffre relativement élevé, comme on voit, qui doit encore être grossi des 4 formes méditerranéennes, non signalées en France.

La conclusion qui s'impose, c'est que la faune ichtyologique marine du sud de l'Angola, comme celle des côtes de Mauritanie et du Sénégal, comprend un mélange de formes tempérées et de formes tropicales, les premières semblant prédominer.

On doit en outre noter, qu'abstraction faite des espèces à distribution géographique très étendue, un grand nombre de Poissons communs de la Méditerranée et des parties avoisinantes de l'Atlantique se retrouvent aussi en abondance sur le littoral sud de l'Angola, tandis qu'ils disparaissent complètement ou sont tout à fait accidentels sous l'équateur, à la surface, ou près des côtes africaines.

On peut considérer comme des plus caractéristiques à cet égard la présence de Poissons comme : la Torpille à taches, la Sardinelle auriculée, la Sole lascaris, le Canthère gris, le Pagel commun, le Serran cabrille et même l'Anthias sacré et le Diagramme méditerranéen, espèces dont la plupart n'avaient pas encore été signalées en Angola.

Il y a lieu de penser que des conditions de température et de milieu ana-

---

[1] Cette espèce sera décrite dans le *Bulletin de la Société zoologique de France*.

logues doivent surtout expliquer la réapparition, sur les côtés méridionales de l'Angola, de beaucoup de formes communes sur le littoral de Mauritanie et du Sénégal ou même plus au Nord.

GÉOLOGIE. — *Sur les divisions de l'Éocène en Égypte.*
Note de M. R. Fourtau, présentée par M. H. Douvillé.

J'ai eu plusieurs fois l'occasion de m'occuper des grandes divisions qu'on pouvait établir dans l'Éocène d'Égypte; aujourd'hui, mes observations personnelles et l'examen des documents rapportés ces dernières années par M. le Dr W.-F. Hume, directeur du *Geological Survey of Egypt*, m'ont amené à des conclusions qui modifient, en partie, les coupures que j'avais admises autrefois [1].

L'Éocène d'Égypte peut être divisé en trois étages bien distincts par leur faune et leur facies. Il me paraît inutile de leur donner des appellations particulières tirées des localités types et j'estime qu'il serait téméraire, de ma part, d'essayer des synchronisations à longue distance; je me bornerai donc aux dénominations d'Éocène inférieur, moyen et supérieur.

1° L'Éocène débute en Égypte, par des couches à *Operculina libyca* Schwager, composés de bancs puissants d'un calcaire rempli de bombes de silex, coupés, soit par des lits de silex mélinite, atteignant par endroits jusqu'à 1^m d'épaisseur, soit par de petits bancs de marnes gypseuses, ou bien encore par des calcaires très marneux, d'une schistosité remarquable et remplis de dendrites ferro-manganeuses.

La faune en est assez pauvre, les Mollusques y sont, en général, à l'état de moules internes peu déterminables, sauf le *Lucina thebaica* Zittel qui est très caractéristique; en revanche, les Échinides y abondent et l'on peut dire que trois formes sont caractéristiques: *Conoclypeus Delanouei* de Loriol, *Linthia cavernosa* de Loriol et *Plesiospatangus Cotteaui* de Loriol sp. Je considère ces formations comme l'Éocène inférieur.

La partie supérieure de cet étage a un faciès tout particulier qui justifierait une coupure, si l'on n'y constatait la présence du *C. Delanouei*. Les couches qui la composent renferment, en effet, une faune abondante et spéciale de Foraminifères, entre autres *Alveolina frumentiformis* Schwager, d'innombrables articles de *Callianassa nilotica* Fraas et deux Échinides bien

(1) R. Fourtau, *Observations sur les terrains éocènes et obligocènes d'Égypte* (*Bull. Soc. Géol. France*, 3e série, t. XXVII, 1899).

caractéristiques *Sismondia Logotheti* Fraas et *Heterospatangus Lefebvrei* de Loriol sp. On peut cependant considérer ces formations comme un sous-étage pratiquement inséparable de celui qui le précède.

2° Au-dessus des couches à Alvéolines, nous voyons apparaître, dans toute l'Égypte, de puissants bancs calcaires où abonde le *Nummulites Gizehensis* Forskäl sp. Le *C. Delanouei* a totalement disparu, de même que les Échinides caractéristiques des deux divisions de l'Éocène inférieur. A leur place on trouve de gros *Echinolampas* conoclypéiformes : *E. africanus* de Loriol, avec sa variété *Fraasi* de Loriol, *Porocidaris Schmidelii* Munster, *Euspatangus formosus* de Loriol et *Schizaster mokattamensis* de Loriol qui apparaissent pour la première fois en compagnie de Mollusques très caractéristiques, *Carolia placunoides* Cantraine, *Vasum frequens* Mayer-Eymar et *Natica longa* Bellardi. Les Crustacés sont représentés par le *Lobocarcinus Paulino-Wurtembergicus* H. von Meyer et nous voyons apparaître des Squales : *Oxyrhina Desori* Agassiz, *Ginglymostoma Fourtaui* Priem et un Téléostéen *Pycnodus mokattamensis* Priem. Le facies siliceux de l'Éocène inférieur a disparu et nous ne trouvons que des calcaires blancs ou légèrement glauconieux, toujours farcis de *Numm. Gizehensis*. Ce complexe représente, à mon avis, l'Éocène moyen.

A la partie supérieure de cet étage, *Num. Gizhensis* disparaît la plupart du temps pour faire place à d'autres Nummulites plus petites du groupe *contorta-striata*, mais les Échinides et les Mollusques persistent et le faciès est toujours le même. On y voit cependant apparaître un Bryozoaire très abondant, *Adeona Fourtaui* Canu, remplacé dans un faciès latéral par une Serpule très commune *Serpula Kephren* Fraas. En outre, des Mollusques, en général de petite taille, s'y montrent en abondance, et vont persister en majorité dans l'étage supérieur. Il ne me paraît pas, néanmoins, qu'il y ait lieu de créer un sous-étage pour ces formations.

Au-dessus de ces couches, changement total de faciès. Les calcaires font place à des marnes ocreuses remplies de filons de gypse, de géodes de calcite et de célestine, entrecoupées de petits layons de calcaire jaune très marneux, que surmontent de grands bancs de calcaire siliceux passant presque aux meulières. On ne trouve plus de Nummulites dans cette formation, sauf dans un petit banc de calcaire qui ne semble pas continu. En revanche, de nouveaux Mollusques apparaissent : entre autres, *Oestrea Clot-beyi* Bellardi, *Plicatula polymorpha* Bellardi, *Pectunculus juxtadentatus* Cossmann et *Mesalia Locardi* Cossmann. Les Échinides de l'Éocène moyen ont disparu et sont remplacés par *Anisaster gibberulus* Michelin sp., *Echinolampas*

Crameri de Loriol, *E. globulus* Laube, *Thagastea Luciani* de Loriol et enfin, aussi bien près de Syouah qu'au Mokattam, par un Clypéastre, *C. Breunigi* Laube. Les Annélides sont représentés par le *Serpula spirulaea* Lamarck et les Crustacés par le *Paleocarpilius Macrocheilius* Desmarêts; un Squale, *Aprionodon frequens* Dames, y fait son apparition et est excessivement abondant. Enfin, nous voyons apparaître, près du sommet, un Cétacé *Zeuglodon Osiris* Dames. Ce complexe doit être incontestablement attribué à l'Éocène supérieur.

En résumé, nous devons admettre dans l'Éocène d'Égypte les coupures suivantes qui correspondent, ou à peu près, aux étages européens que je place en regard à titre de simple indication.

Éocène inférieur.	Calcaires à *Operculina libyca* et à bombes de silex..................	Thanétien et Sparnacien
	Calcaires à Alvéolines.............	Yprésien et Cuisien
Éocène moyen...	Calcaires à *Nummulites Gizehensis*..	Lutétien
	Calcaires à Bryozoaires.............	Auversien (?)
Éocène supérieur.	Marnes du *Tafla* et calcaires à *Plicatula polymorpha* et *Ostrea Clotbeyi*..........................	Bartonien et Priabonien

PALÉONTOLOGIE. — *Sur la faune de Vertébrés découverte dans l'Aquitanien supérieur de l'Agenais.* Note de M. **G. Vasseur** (¹), présentée par M. H. Douvillé.

Nous nous proposons d'exposer sommairement nos premières observations relatives aux Vertébrés provenant du remarquable gisement que nous avons découvert au nord d'Agen, dans le territoire de la commune de Laugnac (ferme de Marcel) (²). Nous rappellerons que la faune, dont nous allons parler, appartient à l'Aquitanien supérieur (*calcaire gris de l'Agenais*).

Nos déterminations ont été exécutées au laboratoire de Paléontologie du Muséum de Paris, avec l'aimable et précieux concours de M. le professeur Boule et de M. Thévenin, auxquels nous adressons l'expression de notre vive gratitude.

(¹) Présentée dans la séance du 11 novembre 1912.

(²) Vasseur, *Découverte d'un gisement de Vertébrés dans l'Aquitanien supérieur de l'Agenais* (*Comptes rendus*, 11 novembre 1912).

MAMMIFÈRES. — Les restes de Mammifères recueillis dans nos fouilles se rapportent à 16 espèces (1).

Didelphyidæ : *Amphiperatherium lemanense* Filh.*. On sait que les *Amphiperatherium* succèdent, dans l'Oligocène, aux vrais *Peratherium* éocènes, et que le groupe n'est plus représenté dans le Miocène.

Rongeurs : *Steneofiber viciacensis* P. Gerv. (*S. Escheri* Pom., *S. Eseri* Schlosser)*.

Titanomys visenoviensis H. v. Mey.* :

Très répandu dans le gisement. D'après Schlosser, le genre *Titanomys* est cantonné dans l'Oligocène; il est remplacé dans le Miocène (sables de l'Orléanais, Sansan, etc.) par le genre *Lagomys* qui se continue dans le Néogène.

Carnassiers-Canidæ : *Amphicyon ambiguus* Filh.*.

Mustelidæ : *Mustela mustelina* Pom. sp.*. Plusieurs maxillaires inférieurs.

Viverridæ : *Herpestes* nov. sp., voisine de *H. antiquus* Pom., de Saint-Gérand.

? *Carnassier indéterminé*, représenté par une molaire supérieure (deuxième tuberculeuse).

Périssodactyles-Rhinocerotidæ : *Aceratherium lemanense* Pom.

Les restes de cette espèce ont été trouvés, à profusion, dans une partie du gisement de Marcel : quatre têtes entières; deux maxillaires inférieurs; un *membre antérieur gauche complet avec l'omoplate;* un pied antérieur droit; un carpe; de très nombreux os de pieds et os longs entiers, etc.

L'*Aceratherium* de Laugnac nous paraît assimilable à l'*A. lemanense* de Gannat (Allier). Il diffère de l'*A. tetradactylum* de Sansan, par les molaires et par les pieds plus robustes que ceux de l'espèce miocène. Cette particularité s'observe notamment dans le doigt externe des pieds antérieurs (5e doigt). D'autre part, les maxillaires inférieurs semblent présenter, en avant, une courbure plus prononcée que dans *A. lemanense*, et les défenses isolées montrent également cette incurvation (2). Si cette différence se vérifiait, par la suite, on pourrait distinguer à titre de variété (*A. lemanense, aquitanicum*) la forme de Laugnac.

Aceratherium sp.? Quelques molaires attribuables à une espèce plus petite que la précédente.

---

(1) Les espèces marquées d'un astérisque font partie de la faune de Saint-Gérand-le-Puy.

(2) Les pièces du Muséum de Paris, qui ont servi à nos comparaisons, ont subi des déformations qui nécessitent nos réserves.

? *Périssodactyle indéterminé*. Deux métacarpiens latéraux. Même forme de Saint-Gérand, dans les collections du Muséum de Paris.

ARTIODACTYLES-SUIDÆ : *Palœochœrus typus* Pom.*. Quelques molaires.

P. cf. *Meisneri* H. v. Mey. :

De taille un peu supérieure à celle de *P. typus* et assez commun dans le gisement. *P. Meisneri* provient des couches de Veisenau, renfermant la faune de Saint-Gérand. Nous possédons de ce *Palœochœrus* une mâchoire inférieure offrant la série complète des molaires. Les prémolaires P^1 et P^2 sont beaucoup plus développées que dans *P. aurelianensis* L. Mayet, des Sables de l'Orléanais.

Hyotherium nov. sp. Plus grand que *H. Waterhousi* Pom., de Saint-Gérand. Débris de plusieurs maxillaires inférieurs.

ANOPLOTHERIDÆ : *Cœnotherium Geoffroyi* Pom.* :

Plusieurs maxillaires inférieurs et supérieurs, de très petites dimensions. Le genre *Cœnotherium* n'est pas connu dans le Miocène.

CERVULIDÆ : *Amphitragulus Gaudryi* nob. :

L'espèce est de la taille du *D. Feignouxi* de Saint-Gérand, avec lequel on pourrait la confondre, en ne considérant que les M, mais les PM inférieures, au nombre de 4, offrent un pli extérieur plus accusé que chez les *Dremotherium* et les *Amphitragulus* connus. Le maxillaire inférieur de l'*A. aurelianensis* décrit par M. L. Mayet (Sables de l'Orléanais) montre l'alvéole de la prémolaire P^1, qui devait être très petite et uniradiculée. Dans les espèces de Saint-Gérand, à l'exception de l'*A. Pomeli*, P^1 est biradiculée, caractère que l'on retrouve dans *A. Gaudryi*.

? *Cervulidœ*, de taille un peu plus grande que celle des *Amphitragulus* décrits.

Une portion de canon présente, à la partie supérieure, les sillons délimitant les doigts latéraux atrophiés et sondés. Ces sillons indiquent le même degré d'évolution que dans les *Cervulidœ* de Saint-Gérand.

OISEAUX. — Quelques phalanges unguéales.

REPTILES. — CROCODILIENS : *Diplocynodon Rateli*? Pom.

De nombreuses dents et plaques dermiques se rapportent vraisemblablement à l'espèce de Saint-Gérand, mais sont insuffisantes pour la détermination.

CHÉLONIENS : *Testudo* sp.? En très grande abondance.

BATRACIENS ANOURES. — Nombreux restes indéterminés.

Les observations précédentes montrent que la faune de Mammifères,

rencontrée dans l'Aquitanien supérieur de l'Agenais, est nettement oligocène et appartient à une époque bien voisine de celle où se déposait le calcaire de Saint-Gérand-le-Puy. Nous pensons que de nouvelles découvertes (¹) pourront démontrer le synchronisme des deux faunes en question ou la faible antériorité de celle de Saint-Gérand.

Les résultats de nos recherches, exposés dans la présente Note, semblent indiquer, dès à présent, que les Vertébrés miocènes, d'origine africaine ou asiatique, n'avaient pas encore apparu dans nos régions, à l'époque de l'Aquitanien supérieur. Ce fait offre une grande importance, au point de vue de la classification des terrains, car il nous autorise à maintenir à la base du Burdigalien la limite inférieure du Néogène, récemment abaissée, par quelques géologues, au-dessous de l'Aquitanien moyen.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie.

G. D.

(¹) Nos fouilles continuent, grâce à l'aimable autorisation du propriétaire de Marcel, M. Gaubert, et à une subvention de la Société géologique de France; elles sont très habilement exécutées par M. Doumens, employé à notre laboratoire de la Faculté des Sciences de Marseille.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 25 novembre 1912.

Savants du jour : Armand Gautier. *Biographie, bibliographie analytique des écrits*, par Ernest Lebon. Paris, Gauthier-Villars; Masson et Cie, 15 novembre 1912; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Darboux. Hommage de l'auteur.)

Rapport sur les travaux accomplis par la Mission d'études de la Cochylis et de l'Eudémis pendant l'année 1911, par Paul Marchal, publié sous les auspices du Ministère de l'Agriculture; avec 60 figures dans le texte et deux planches en couleurs. Paris et Liége, Ch. Béranger, 1912; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

L'Année biologique : Comptes rendus annuels des travaux de Biologie générale, publiés sous la direction de M. Yves Delage, Membre de l'Institut; 14e année, 1909. Paris, H. Le Soudier, 1912; 1 vol. in-8°. (Hommage de M. Yves Delage.)

Abrégé sur l'hélice et la résistance de l'air, par Maurice Gandillot. Paris, Gauthier-Villars, 1912; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Darboux.)

Détermination des poids atomiques et des poids moléculaires (méthodes chimiques et méthodes physico-chimiques), par Hector Pécheux. Paris, Ch. Delagrave, s. d.; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Violle.)

Administration des Domaines de l'État égyptien. *Rapport présenté à la Commission des Domaines*, par M. Audebeau Bey, Ingénieur en chef, *sur les observations faites en* 1911 *dans le centre et le nord du Delta : Récoltes cotonnières du téftiche de Santa; eaux souterraines; mise en culture des terres incultes du nord de l'Égypte; observations météorologiques.* Le Caire, imprimerie « Les Pyramides », 1912; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Émile Roux.)

Hydrologie souterraine du Poitou calcaire, par Jules Welsch, avec 5 figures. (*Spelunca :* Bulletin et Mémoires de la Société de Spéléologie; n° 69, septembre 1912.) Paris, au siège de la Société; 1 fasc. in-8°.

La cancroïne radioactive comme agent anticancéreux, par M. Albert Adamkiewicz. (Extr. du fasc. 9 des *Annales d'Électrobiologie et de Radiologie;* septembre 1912.) Lille, imprimerie des *Annales;* 1 fasc. in-8°.

N° 22.

TABLE DES ARTICLES (Séance du 25 Novembre 1912).

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ÉLECTIONS.

CORRESPONDANCE.

N° 22.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

50192 PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : Gauthier-Villars.

1912
DEUXIÈME SEMESTRE.

COMPTES RENDUS
HEBDOMADAIRES
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME 155.

N° 23 (2 Décembre 1912)

PARIS,
GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE
DES COMPTES RENDUS DES SEANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,
Quai des Grands-Augustins, 55.
1912

REGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Toute Note manuscrite d'un Membre de l'Académie ou d'une personne étrangère ne pourra paraître dans le *Compte rendu* de la semaine que si elle a été remise le jour même de la séance.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Les *Comptes rendus* ne reproduisent pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin ; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* ne contiennent ni planches, ni figures.

Dans le cas exceptionnel où des figures seraient autorisées, l'espace occupé par ces figures comptera pour l'étendue réglementaire.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 DÉCEMBRE 1912.

PRÉSIDENCE DE M. LIPPMANN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MINÉRALOGIE. — *Sur l'existence de roches à néphéline dans les schistes cristallins de Madagascar.* Note de M. **A. Lacroix.**

L'une des caractéristiques les plus remarquables de la constitution pétrographique de Madagascar réside dans l'abondance de types variés de roches éruptives alcalines, intrusives ou filoniennes, dans cette région sédimentaire du Nord-Ouest, que j'ai désignée sous le nom de province pétrographique d'Ampasindava ([1]). Ces roches métamorphisent au moins le Lias supérieur et sont très probablement d'âge beaucoup plus récent; la plupart d'entre elles sont riches en néphéline.

Rien de comparable n'a été rencontré jusqu'ici dans la partie ancienne de l'île; ce fait donne une grande importance aux roches qui font l'objet de cette Note, d'autant plus qu'elles ne doivent probablement pas être considérées comme d'origine éruptive, du moins sous leur forme actuelle.

Quand, l'an dernier, j'ai étudié à Tananarive la collection du Service des Mines, mon attention a été appelée par l'aspect insolite d'une roche, désignée sous le nom de *quartzite à magnétite* et indiquée comme ayant été recueillie par MM. Mouneyres et Baron dans le Bongo-Lava, entre Ankilahila et Makarainga. La même collection renfermait un échantillon analogue, bien que différent d'aspect; son gisement était noté comme se

([1]) *Nouv. Archives du Muséum*, 4e série, t. IV, 1902, p. 1-214, et t. V, 1903, p. 171-254.

trouvant entre la Betsioka et la Mahajamba, c'est-à-dire dans une région située à quelque 200^{km} plus au Nord-Ouest que la précédente.

L'examen de ces deux échantillons dans le laboratoire m'y ayant révélé l'existence de la néphéline, j'ai demandé à M. Bonnefond, qui me les avait confiés, de vouloir bien en faire rechercher le gisement. De petits fragments ont été envoyés aux administrateurs et commandants de cercle [1] des régions précitées et, après quelques mois de recherches, j'ai reçu le matériel nécessaire à cette étude.

Les échantillons recueillis par le lieutenant Crosnier, sur l'arête séparant les vallées du Bekinamo et du Mahakambahy (affluent de gauche de la Mahavavy), prouve que les roches néphéliniques ont une large distribution entre Androtra au Nord et Makarainga; elles ont été suivies depuis le point 900^{m} au nord de Makarainga, jusqu'à Andrangonala (700^{m}) sur plus de 10^{km}).

Elles sont variées d'aspect, tantôt rubanées, formant des plaquettes à la surface du sol de ce pays désertique et tantôt à grain uniforme, à la façon des leptynites; elles entrent dans la composition d'un complexe gneissique qui, au sud de Makarainga et plus au nord dans le voisinage d'Ankilahila, comprend des gneiss micacés, souvent amphiboliques, du type subalcalin commun à tout Madagascar. Le fait que MM. Mouneyres et Baron, très avertis sur le facies des roches de la Grande-Ile, n'ont reconnu dans cette région que des gneiss et même ont pris l'une des roches, qui font l'objet de cette Note, pour un de ces quartzites habituellement intercalés dans les gneiss malgaches, est significatif et rend bien vraisemblable l'hypothèse que toutes ces roches ne forment pas des corps intrusifs indépendants, mais doivent être considérées comme des *orthogneiss*, au même titre que les leptynites si abondantes en lits parallèles au milieu de la série schisto-cristalline de Madagascar.

Si cette opinion est légitime, et cela ne me paraît guère douteux, nous sommes ici en présence du second exemple connu de gneiss à néphéline. On sait en effet que, si l'équivalent de la plupart des roches éruptives a été reconnu parmi les orthogneiss, dont l'origine première est éruptive, mais

(1) Je profite de cette occasion pour faire remarquer le dévouement et l'habileté avec lesquels les administrateurs coloniaux et les officiers de l'armée coloniale savent servir la Science. Cela a été un véritable tour de force d'avoir pu trouver, dans ces régions inhabitées, des roches ne présentant pas de caractères bien frappants pour des personnes non initiées, et cela sur des indications géographiques aussi vagues que celles ayant servi de point de départ à cette recherche.

qui doivent leur composition minéralogique et leur structure actuelles à des phénomènes de recristallisation, dont la cause n'est pas en discussion ici, pendant longtemps, on n'a rencontré parmi eux aucun type à néphéline. Il y a quelques années seulement, un gneiss néphélinique, associé à un gneiss à osannite, a été découvert à Cevadaes, en Portugal, par M. Osann (1), qui a eu la courtoisie de me communiquer ses types pour me permettre de les comparer aux miens.

La roche, qui a servi de point de départ à mon travail, est à petit grain, très rubanée, grâce surtout à l'orientation d'une amphibole, qui est couchée dans des lits parallèles au milieu de minéraux blancs, translucides et finement grenus; certains échantillons sont riches en octaèdres de magnétite, disposés sans ordre.

L'examen microscopique montre que les éléments blancs consistent en microcline à macles quadrillées, en albite non maclée ou présentant des bandes larges et régulières de la macle de l'albite, en néphéline et en losite (2).

L'amphibole est fort pléochroïque dans les teintes vert bleuâtre et jaune; sa très forte dispersion, l'écartement de ses axes optiques, ses grands angles d'extinction dans la zone verticale la rapprochent de la hastingsite, plus que de l'arfvedsonite. Elle existe seule et en assez grande abondance ou bien elle est accompagnée par de la biotite verte ou de l'ægyrine; ces dernières espèces se localisent d'ordinaire dans des lits distincts. Enfin, il existe un peu d'allanite, de sphène et de mélanite jaunâtre monoréfringent.

Tous ces minéraux sont xénomorphes, de cristallisation à peu près contemporaine; la structure est granoblastique, avec çà et là quelques phénoblastes de microcline. Le rubanement résulte à la fois de l'orientation des minéraux colorés et d'un certain allongement ou aplatissement (sans orientation géométrique déterminée) des feldspaths. Ces roches sont généralement dépourvues de tout minéral secondaire.

Un autre type, très leucocrate, n'est pas rubané ou ne présente que des alternances irrégulières de lits de grain varié. Il renferme peu ou pas d'amphibole, mais de la biotite et de la muscovite, avec un peu de magnétite, de grenat, d'allanite; c'est une leptynite néphélinique. La losite est absente et la néphéline présente parfois quelques altérations micacées.

(1) *Neues Jahrb. für Miner.*, 1907. Bd. II, 1909, p. 109.

(2) J'ai désigné sous ce nom un minéral du groupe de la cancrinite, que j'ai rencontré pour la première fois dans les syénites néphéliniques des îles de Los et qui se distingue de la cancrinite normale par sa biréfringence au moins moitié moindre.

Le deuxième gisement a été exploré par l'administrateur Th. Pouperon; il se trouve exactement au village d'Anosikely, à environ 1^{km} du confluent de la Betsioka et de la Mahajamba, et se prolonge sans doute dans le lit de ce fleuve sous forme de rochers, qui n'ont pu être échantillonnés.

La roche forme, dans une sorte de cirque, de gros blocs décomposés sur place, mesurant de 1^{m^3} à 20^{m^3}. Elle n'est associée à aucun autre type pétrographique, mais la région est gneissique et l'analogie minéralogique et structurelle avec certains des gneiss précédents est si grande, que je leur attribue la même origine. Cette roche est à gros grain, présente des lits pegmatiques hololeucocrates et d'autres un peu micacés, à plus petits éléments.

La composition minéralogique qualitative est celle des leptynites néphéliniques de Makaraingà, mais avec prédominance de la biotite et de la muscovite sur l'amphibole; l'allanite en gros cristaux, souvent frangés d'épidote, ou l'épidote en cristaux indépendants sont assez abondants. A la périphérie des blocs, la roche intacte passe sur quelques centimètres à la latérite blanche et friable, riche en hydrargillite, qui apparaît dans les fissures de la néphéline d'abord, des feldspaths ensuite.

L'analyse *a*, faite par M. Boiteau sur le gneiss à néphéline et amphibole du nord de Makaraingà, correspond à un type chimico-minéralogique connu dans les syénites néphéliniques (1.6.2.4, viezzenose); *b* est l'analyse du gneiss à néphéline de Cevadaes par M. Dittrich (*in* Osann).

	a.	*b.*
SiO^2	55,99	59,52
Al^2O^3	20,18	21,24
Fe^2O^3	4,19	2,71
FeO	3,25	0,48
MgO	0,33	0,12
CaO	2,29	0,48
Na^2O	6,85	10,72
K^2O	5,59	3,92
TiO^2	0,29	traces
P^2O^5	0,19	»
Cl	0,04	0,16 (ZrO^2)
SO^3	0,02	0,21 (CO^2)
P. F. à 110°	0,10	0,50
P. F. au rouge	0,43	
	99,84	100,06

Le gneiss du Portugal plus riche en silice, en soude, est moins potassique

et en outre moins calcique et moins ferrugineux, ce qui entraîne une plus faible proportion des minéraux colorés. Malgré ces différences quantitatives, les roches des deux régions sont extrêmement analogues au point de vue minéralogique qualitatif. Elles ne diffèrent guère à ce point de vue que par des caractères d'ordre secondaire, l'existence de sphène et de muscovite à Madagascar, minéraux qui manquent au gneiss du Portugal, dans lequel on trouve par contre du zircon; l'amphibole alcaline y est en outre différente (osannite). La structure est la même, je veux dire la structure primaire, car le gneiss portugais présente des traces d'écrasement (structure cataclastique), qui n'existent pas dans ceux de Madagascar.

Il serait important de fixer les différences minéralogiques et structurelles pouvant exister entre les gneiss à néphéline et les roches éruptives de même composition chimique. Je ne me crois pas en droit de tirer de conclusions fermes de deux observations seulement, mais il me paraît nécessaire d'appeler dès à présent l'attention des minéralogistes, qui découvriront dans l'avenir des roches analogues, sur quelques caractères minéralogiques, qui sont en opposition avec ceux des syénites néphéliniques nettement éruptives, connues dans le Portugal aussi bien qu'à Madagascar; peut-être la *réunion* de ces caractères n'est-elle pas due à une simple coïncidence : à Madagascar, le feldspath potassique se présente sous la forme de microcline à structure quadrillée et non sous celle d'orthose; la totalité de l'albite est de cristallisation primordiale; il n'existe pas de microperthite : à Cevadaes, l'orthose et la microperthite sont absents ou exceptionnels.

En terminant j'ajouterai que, sur les hauteurs de Makaraingabé, au gneiss à néphéline est associée une roche quartzifère, exclusivement constituée par du quartz, de l'albite et de l'ægyrine; comme au Portugal, les types à néphéline de Madagascar sont donc accompagnés de roches acides faisant partie de la même série pétrographique (1).

J'espère pouvoir compléter sous peu ces premières indications par l'étude d'une série plus nombreuse d'échantillons, qui ont été récoltés, mais ne me sont pas encore parvenus.

---

(1) Il est bien probable que l'exploration du centre de Madagascar réserve encore des surprises, en ce qui concerne les roches alcalines; je viens de recevoir un gros cristal d'ægyrine qui provient de l'ouest d'Ambositra; il est dépourvu de toute gangue et par suite la nature de son gisement ne peut être fixée (pegmatite?).

GÉOLOGIE. — *L'Oligocène du bassin de Roanne et ses faunes de Mammifères fossiles.* Note de M. **Charles Depéret.**

La vallée de la Loire, au sortir de son défilé de roches porphyriques au sud de Roanne, s'élargit en un bassin tertiaire de 25^{km} de largeur moyenne sur 60^{km} de longueur, qui s'étend jusqu'au coude de Diou, à partir duquel il se prolonge sans interruption dans le bassin tertiaire du Bourbonnais.

Le *bassin de Roanne* a été l'objet des études de Gruner, puis de Le Verrier et de M. Delafond, qui en ont dressé la carte géologique, le premier sur la feuille de Roanne, le second sur la feuille de Charolles.

L'Oligocène comprend, suivant ces éminents géologues, une assise inférieure d'arkoses, de sables et d'argiles feldspathiques, exploités pour tuileries et rapportés à l'*étage Stampien;* et une assise supérieure marnocalcaire attribuée au calcaire à Phryganes *Aquitanien.*

Ces attributions d'âge reposaient sur des données paléontologiques très précaires. Point de Mollusques fossiles et deux seules indications de débris de Vertébrés : 1° dans l'assise inférieure à Briennon, une dent présentée à la Société géologique, en 1873, et attribuée par Pomel à un *Anthracotherium* ou à un *Elotherium;* 2° dans l'assise supérieure marnocalcaire, le gisement de de Digoin, qui a fourni de belles pièces, déjà figurées par Blainville, d'un *Anthracotherium* de grande taille rapporté à tort à l'*A. magnum* Cuvier.

Depuis quelques années, de belles découvertes paléontologiques viennent d'être faites aux environs de Roanne, dans les grandes exploitations d'argile à tuiles de Mayolet, de Mably et surtout de la Bénissons-Dieu. Pour étudier avec fruit ces Vertébrés fossiles, j'ai été amené à reprendre l'étude stratigraphique du bassin de Roanne. J'y distinguerai de bas en haut les assises suivantes, qui se succèdent en série régulière, avec une légère *pente monoclinale* vers l'Ouest ou, plus exactement, vers le Nord-Ouest.

I. *Graviers et conglomérats inférieurs.* — Des cailloutis puissants de roches cristallines, alternant avec des graviers et des limons sableux, s'adossent à l'Est aux montagnes porphyriques du Beaujolais. Bien exposées sur les pentes qui bordent la rive droite de la Loire à Perreux, Vongy, etc., ces couches littorales grossières plongent à l'Ouest sous la Loire, et ont été retrouvées dans un puits de sondage à 16^{m} de profondeur, à La Bénissons-Dieu. On n'y a jusqu'ici recueilli aucun fossile.

II. *Argiles de Briennon.* — Limons argileux rougeâtres, avec quelques lits sableux irréguliers, exploités autrefois à Briennon, près des bords du canal latéral de la Loire. On y a recueilli quelques rares débris de Mammifères, parmi lesquels une arrière-molaire inférieure d'un *Entelodon*, qui me paraît identique à l'*E. magnum* des calcaires de Ronzon, près le Puy.

C'est, je pense, au même niveau que se rapportent les argiles rougeâtres avec lits de graviers, exploitées au Mayolet, à 3^{km} au sud-ouest de Roanne. J'y ai recueilli une troisième arrière-molaire inférieure, malheureusement privée de son talon, d'un *Anthracotherium* de la taille d'*A. alsaticum* Cuvier, de Lobsann et des phosphorites (longueur des deux premiers lobes de m^3,0,034).

III. *Argiles de Mably et de la Bénissons-Dieu.* — Séparée de la zone argileuse de Briennon par une assise de sables grossiers qui peut atteindre jusqu'à 6^m d'épaisseur (sondage de la Bénissons-Dieu), se montre une deuxième zone argilo-sableuse, moins rouge, plus claire et plus jaunâtre que celle de Briennon.

Sur le territoire de Mably, à 6^{km} au nord de Roanne, à droite de la route de Paris, cette zone est exploitée dans de grandes carrières où l'on voit, à la base, des couches en grande partie sableuses, surmontées par une épaisse masse d'argiles sableuses jaunâtres. M. J. Cancalon, propriétaire de la plus importante de ces exploitations, a eu l'amabilité de faire recueillir à mon intention les ossements fossiles que l'on rencontre surtout dans les couches inférieures de la carrière. J'ai obtenu ainsi des os des membres et une partie antérieure de palais avec les 4P, m^1 et une partie de m^2 d'un *Anthracotherium* de taille moyenne comparable aux plus forts *Anthracotherium* des phosphorites et aux petites races de l'*A. magnum* de Cadibona (longueur de m^1, 0,033).

Mais un gisement beaucoup plus important de cet horizon a été découvert dans ces derniers temps aux grandes carrières de la Bénissons-Dieu, exploitées par la Société des tuileries du Forez. Un lit argileux, qui occupe en ce moment le niveau du sol de la carrière, constitue le gisement principal des ossements fossiles. Grâce à l'extrême obligeance des directeurs, MM. Boiron et Chaize, qui ont apporté à ces recherches paléontologiques un dévouement digne de tous éloges; grâce aussi à l'habile patience de M. Mourier des Gayets, j'ai pu réunir une magnifique série de Vertébrés, constituant une faune nouvelle pour la région et admirablement conservée. Je puis signaler dès maintenant les espèces suivantes :

1° Un *Anthracotherium* de très grande taille (longueur de m^3 supérieure 0,059) dont on a trouvé un crâne, deux mandibules et de nombreux os des membres. Il est tout à fait comparable à l'espèce de Bumbach et de Digoin (*A. bumbachense* Stehlin) par ses doigts latéraux beaucoup moins réduits que dans l'*A. magnum* et presque aussi forts que les doigts médians (*type subisodactyle* de M. Stehlin).

2° Un *Acerotherium* de très forte taille, représenté par une demi-mandibule aux prémolaires élevées et raccourcies, que je crois identique à l'*A. Filholi* Osborn des phosphorites et des argiles de Marseille.

3° Un tout petit *Acerotherium* dont j'ai en mains une mandibule avec les molaires de lait et les premières molaires de remplacement, et aussi des parties de la dentition supérieure. Ses dimensions, inférieures à l'*A. minutum* Cuvier, me le font rapporter à l'*A. albigense* Roman des molasses stampiennes de l'Albigeois.

4° Un petit *Ruminant* dont j'ai un fragment de mandibule et quelques os des membres, qui peuvent appartenir soit à un *Dremotherium*, soit à un *Amphitragulus*.

5° Enfin des Tortues d'eau douce de plusieurs espèces.

Non loin de la carrière précitée, à l'entrée du village de la Bénissons-Dieu, existe une autre carrière qui exploite les mêmes argiles. Le propriétaire, M. Burdin, a eu l'obligeance de s'intéresser aux fossiles et m'a adressé plusieurs fragments de mandibules d'un *Cainotherium* d'espèce indéterminée, qui complète la faune précédente.

IV. *Calcaire travertineux de Saint-Germain-l'Epinasse et de Digoin.* — Les argiles de la Bénissons-Dieu plongent au Nord-Ouest et vont passer sous l'assise terminale de l'Oligocène roannais, constituée par un calcaire blanc jaunâtre tuffacé sans fossiles, qui affleure dans le vallon de Noailly et occupe de grandes surfaces dans la région occidentale du bassin, à Saint-Germain-l'Espinasse, à la Pacaudière, à Urbize et plus au Nord, sur les deux rives de la Loire jusqu'à Digoin. De cette dernière localité on connaît depuis longtemps le gisement du *Mont de la Justice*, qui a fourni à Blainville des restes de deux Ongulés, un *Anthracotherium* de grande taille et de *type subisodactyle*, que je crois identique à l'espèce de la Bénissons-Dieu, et un *Brachyodus* de petites dimensions, qui est, je pense, le *B. Borbonicus* sp. Gervais de l'Oligocène du bassin de la Besbre.

Ces données importantes vont me permettre de préciser l'âge des différents termes de l'Oligocène du Roannais. L'assise argileuse de Briennon a

fourni un *Entelodon* et un petit *Anthracotherium* du type *alsaticum*, association qui caractérise le *Sannoisien supérieur* de Lobsann (Alsace). Il suit de là que les conglomérats et graviers inférieurs représentent au minimum le *Sannoisien inférieur*, soit le début de l'Oligocène.

L'assise de Mably et de la Bénissons-Dieu a fourni une faune importante, comprenant l'*Acerotherium Filholi* et l'*Acerotherium albigense* qui, partout, dans le sud-ouest de la France, en Suisse, caractérisent la moitié inférieure de l'étage *Stampien*. Ce caractère d'ancienneté est confirmé par un *Anthracotherium* (*A.* cf. *bumbachense*), dont les doigts latéraux sont moins réduits que dans les formes terminales du groupe, telles que l'*A. magnum* du *Stampien supérieur*.

Enfin l'assise calcaire supérieure de Digoin contient le même *Anthracotherium* que la Bénissons-Dieu et appartient, en conséquence, tout au plus au *Stampien moyen*.

Il résulte de ces considérations que l'Oligocène du bassin de Roanne, très complet par sa partie inférieure, présente, au contraire, par le haut une assez grande lacune, qui comprend le Stampien supérieur (horizon de Gannat à *Helix Ramondi*) et l'Aquitanien (horizon de Saint-Gérand-le-Puy). Cette lacune est due certainement aux érosions importantes qui ont précédé le dépôt des *couches argilo-caillouteuses pliocènes* qui ravinent les assises oligocènes et reposent en discordance sur l'un quelconque des termes de la série oligocène ci-dessus décrite.

M. **Pierre Termier**, présentant à l'Académie le Mémoire de M. Léopold Kober intitulé *Der Deckenbau der östlichen Nordalpen*, s'exprime en ces termes :

Le Mémoire que vient de publier M. L. Kober, Assistant à l'Institut géologique de l'Université de Vienne, sur la structure en nappes des Alpes nord-orientales, est un travail de la plus haute importance; et je n'en saurais trop recommander la lecture à tous ceux qu'intéressent les problèmes tectoniques, si nombreux et si passionnants, de la chaîne alpine. Deux cartes en couleurs sont jointes au Mémoire, dont l'une indique schématiquement la liaison structurale des Alpes aux Carpathes.

Dans cette partie de l'empire d'Autriche, il y a deux contrées : l'une *autochtone*, l'autre *pays de nappes*. La première comprend le bord méridional extrême du *massif de la Bohême*, la *zone miocène* et une partie de la

zone gréseuse ou *zone du Flysch :* tout cela, c'est l'avant-pays (*Vorland*). La deuxième est faite de nappes empilées, venues du Sud et poussées sur l'avant-pays. Ces nappes appartiennent aux deux catégories, *nappes lépontines* et *nappes austro-alpines*, que l'on distingue maintenant dans les Alpes des Grisons et dans les Tauern.

Les nappes lépontines, cachées, à l'est des Tauern, sous la carapace des nappes austro-alpines, reviennent au jour, après un parcours souterrain de 130^{km}, dans la région du Semmering. Elles forment ce que M. Kober appelle le *Semmeringdeckensystem*. Ce système se prolonge au Nord-Est, vers les Carpathes, par les montagnes de la Leitha, et s'en va former, jusqu'au Tatra, le fond des *fenêtres haut-tatriques*, et la série carpathique profonde (*innere Kerngebirgsreihe*) : c'est comme un pont entre Carpathes et Alpes orientales.

Dans les nappes austro-alpines, M. Kober distingue un système inférieur et un système supérieur. Il rattache maintenant au système austro-alpin inférieur la *Klippenzone* qu'il attribuait, dans ses précédents travaux, au système lépontin, d'après Ed. Suess et Uhlig.

Le système austro-alpin inférieur comprend : l'immense carapace de terrains cristallins et de terrains paléozoïques qui, depuis les Alpes du Gail et les Karawankes, au sud de la Drave, va, vers le Nord, jusqu'aux portes de Radstadt, jusqu'au delà de Leoben et jusqu'à Gloggnitz ; la nappe des Alpes calcaires à faciès préalpin (*voralpine Decke*), souvent repliée sur elle-même et paraissant alors composée de trois nappes ; la zone des Klippes (zone des *Piénines*, d'Uhlig), qui semble n'être qu'une digitation de la nappe préalpine. La zone des Klippes, qui forme un long et étroit ruban sur le bord nord des Alpes calcaires, depuis les montagnes à l'ouest de la Traun jusqu'aux environs de Vienne, se poursuit, en se dilatant beaucoup, dans les Carpathes, liée étroitement, dans la vallée du Waag, au prolongement de la nappe préalpine. La grande nappe *subtatrique* des Carpathes est la continuation d'une nappe profonde du même système.

Le système austro-alpin supérieur ne renferme aucun terme cristallin ; il comprend : les terrains paléozoïques de Graz (Silurien et Dévonien) ; la bande silurienne et dévonienne de la Styrie septentrionale ; enfin, reposant sur celle-ci, les hautes Alpes calcaires. Dans ces dernières, il y a deux nappes superposées : la nappe de Hallstatt, à la base ; la nappe haute-alpine (*hochalpine Decke*), au sommet.

Il est aisé de retrouver, dans les nappes à terrains mésozoïques de M. Kober, le prolongement des nappes séparées et décrites, dans une

région un peu plus occidentale, par M. Émile Haug. C'est donc, à l'heure actuelle, une vision claire et complète de toutes les Alpes du Nord, que nous avons sous les yeux; et nous voyons même, par-dessous les plaines du Danube, ces Alpes passer aux Carpathes, sans modification de structure. La théorie des grandes nappes continue sa marche triomphale. Elle compte désormais dans M. Kober un de ses plus brillants protagonistes.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Correspondant pour la Section de Chimie, en remplacement de M. *Adolf von Baeyer*, élu Associé étranger.

Au premier tour de scrutin, le nombre de votants étant 47,

M. Ph.-A. Guye obtient	44	suffrages
M. Graebe »	3	»

M. **Ph.-A. Guye**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Correspondant pour la Section d'Économie rurale, en remplacement de M. *Pagnoul*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre de votants étant 43,

M. Balland obtient	32	suffrages
M. Neumann »	10	»
M. Fabre »	1	suffrage

M. **Balland**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

NOMINATIONS.

M. le **Secrétaire général du Congrès international de Zoologie** invite l'Académie à se faire représenter à la IXe session de ce Congrès, qui se

tiendra à Monaco, du 25 au 30 mars 1913, sous la présidence de *S. A. S. le Prince Albert de Monaco.*

M. **Edmond Perrier** est délégué pour représenter l'Académie à ce Congrès.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre du Commerce et de l'Industrie** invite l'Académie à lui présenter une liste de candidats à la chaire d'Hygiène industrielle vacante au Conservatoire national des Arts et Métiers.

(Renvoi à une Commission composée de MM. les Membres des deux Sections d'Économie rurale et de Médecine et Chirurgie.)

MM. **Armand Billard**, **Louis Rénon** adressent des remercîments pour les distinctions que l'Académie a accordées à leurs travaux.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° La Feuille VI-21 de la *Carte géologique détaillée du Bassin houiller du Donetz*, avec sa *Description*.

2° E. Laurent, *Flore fossile des schistes de Menat* (*Puy-de-Dôme*). (Présenté par M. R. Zeiller.)

3° *Poincaré*, par Jean Bosler. (Présenté par M. H. Deslandres.)

4° A. Hollard, *La théorie des Ions et l'Électrolyse*. (Présenté par M. A. Haller.)

ASTRONOMIE. — *Contribution à l'étude de la scintillation.* Note de M. **Charles Gallissot**, présentée par M. B. Baillaud.

La scintillation stellaire se manifeste par des changements brusques d'éclat, accompagnés, dès que la distance zénithale est assez grande, de changements de coloration. Nous avons, aujourd'hui, l'explication du phé-

nomène qui apparaît comme une conséquence de la non-homogénéité de l'air et de son agitation. Toutefois, certaines apparences, qui semblent liées à l'éclat et à la couleur de l'astre observé, restent encore mystérieuses et échappent à la théorie qu'ont permis d'édifier les nombreuses recherches antérieures, en particulier, celles de Montigny et de R. Exner. (PERNTER, *Météorologische Optik*, p. 171-207.)

On peut considérer le phénomène comme entièrement défini par la fréquence et l'amplitude des variations d'éclat dans chaque radiation du spectre. La fréquence a été presque exclusivement envisagée jusqu'à présent pour caractériser la scintillation; elle ne dépend que des mouvements de l'atmosphère; l'amplitude, elle, nous renseigne sur la répartition des accidents optiques rencontrés par l'onde lumineuse le long de son parcours, et la détermination, même approchée, des limites entre lesquelles peut varier l'éclat pour diverses radiations lumineuses suivant les conditions d'observation (circonstances atmosphériques, distance zénithale, instrument employé), constitue une donnée importante pour l'étude des apparences du phénomène; de plus, l'étude photométrique de la scintillation prend un intérêt pratique en Photométrie stellaire, où l'on est en droit de se demander quelle est l'influence de la scintillation sur les estimations d'éclat.

Les essais que j'ai effectués ont montré que, envisagée uniquement au point de vue photométrique, la scintillation se complique de phénomènes d'ordre physiologique qu'il est nécessaire de dégager. J'ai entrepris, à cet effet, une étude de la perception des lumières brèves dans le cas *de points lumineux diversement colorés*, afin de déterminer comment varie cette perception avec l'éclat, la durée des émissions et la rapidité de leur succession. La conclusion, contrôlée par divers observateurs, concernant le phénomène qui nous occupe est que la *scintillation entraîne une erreur de jugement sur les estimations d'éclat, estimation variable avec les radiations considérées, en ce sens que l'intensité des radiations bleues semble augmenter par rapport à celle des radiations rouges et cela d'autant plus que l'éclat observé est plus grand*. Les mesures faites sur des étoiles affectées par la scintillation, malgré leur manque de concordance, donnent un résultat de même sens, mais la comparaison avec ceux obtenus dans le cas d'une scintillation purement mécanique ne permet pas de discerner la part due au phénomène physiologique de celle, vraisemblablement de moindre importance, qui revient à l'atmosphère. Les variations d'éclat qui caractérisent la scintillation sont liées aux déformations successives de l'onde qui nous atteint et ces déformations doivent être, en moyenne, d'autant plus accentuées

que la longueur d'onde est plus courte. La faible dispersion relative de l'air semble autoriser à supposer négligeable l'effet sélectif qui en résulte sur la scintillation. Mais cette supposition, considérée généralement comme légitime, se trouve mise en doute par les mesures photométriques directes.

Ce point nécessite un contrôle que j'ai tenté de faire en observant (expérience d'Arago), dans une lunette diaphragmée et au moyen d'écrans colorés convenablement choisis, les perturbations qu'apporte la scintillation aux phénomènes de diffraction. Cette méthode, qui a été employée avec succès, en lumière globale, par K. Exner pour déterminer les limites entre lesquelles varie la courbure de l'onde incidente, devient d'une application pénible lorsqu'on ne veut faire intervenir qu'un ensemble localisé de radiations. L'achromatisme de l'objectif, la transparence des écrans influent sur la netteté du phénomène dont l'interprétation devient trop douteuse pour qu'on puisse déterminer avec certitude une différence sensible de la courbure suivant la longueur d'onde des radiations.

Quoi qu'il en soit, cette étude préliminaire montre que le phénomène de la scintillation comporte une partie subjective qu'on ne peut négliger, soit au point de vue de ses apparences, soit au point de vue de ses effets sur les estimations d'éclat, et les résultats obtenus jettent quelque lumière sur certains faits d'observations. Je citerai : la loi connue sous le nom de loi de Dufour « Toutes choses égales d'ailleurs, les étoiles rouges scintillent moins que les blanches » (*Comptes rendus*, t. 52, p. 634); le résultat anormal que révèlent les mesures photométriques de Müller sur l'absorption, à savoir que celle-ci affecte moins les étoiles bleues que les étoiles rouges, tandis qu'elles s'approchent de l'horizon. (*Publicationen des astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam*, n° 12, t. III, p. 271).

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un problème d'inversion posé par Abel.* Note de M. **Patrick Browne**, présentée par M. Émile Picard.

1. Nous allons étudier l'équation

$$\int_0^1 G(x,t) f(tx)\, dt = g(x).$$

En multipliant par x, et en différentiant ensuite par rapport à x, on a

$$G(x,1)f(x) + \int_0^1 \left[x\frac{\partial}{\partial x}G(x,t) - t\frac{\partial}{\partial t}G(x,t)\right] f(tx)\, dt = g(x) + x\, g'(x),$$

équation que nous pouvons écrire, en supposant $G(o,1) \neq o$

$$(2) \qquad f(x) = \psi(x) + \int_0^1 K(x,t) f(tx)\, dt$$

ou bien

$$(3) \qquad f(x) = \rho(x) + \int_0^1 K(t) f(tx)\, dt,$$

en posant

$$\rho(x) = \psi(x) + \int_0^1 Q(x,t) f(tx)\, dt,$$
$$Q(x,t) = K(x,t) - K(o,t),$$
$$K(t) = K(o,t).$$

Supposons que K (t) soit un polynome de degré $r - 1$ en t, c'est-à-dire

$$K(t) = b_1 + b_2 t + \ldots + b_r t^{r-1}.$$

Alors l'équation (3) équivaut formellement à une équation différentielle du type de Fuchs, à laquelle on satisfait en mettant

$$(A) \qquad f(x) = \sum_i x^{\alpha_i}[p_{i0} + p_{i1}\log x + \ldots + p_{iq_i}(\log x)^{q_i}] + \rho(x)$$
$$+ \int_{C_1} \frac{x^\alpha \int_0^x y^{-1-\alpha}\rho(y)\, dy}{H(\alpha)}\, d\alpha + \int_{C_2} \frac{x^\alpha \int_a^x y^{-1-\alpha}\rho(y)\, dy}{H(\alpha)}\, d\alpha,$$

expression dans laquelle a est une quantité positive quelconque, et l'on pose

$$H(\alpha) = 1 - \frac{b_1}{1+\alpha} - \frac{b_2}{2+\alpha} - \ldots - \frac{b_n}{n+\alpha};$$

C_1 est un contour enfermant les racines de l'équation $H(\alpha) = o$, dont la partie réelle est moindre que zéro; il doit rester entièrement à gauche de l'axe des imaginaires. C_2 doit enfermer les autres racines, et celles-là seulement. Les p_i sont des constantes, et les α_i les racines (q_i fois répétées) dont la partie réelle est plus grande que -1. On arrive à cette formule par la méthode de variation des constantes.

L'équation (3) se résout maintenant par un système d'approximations successives quand $|Q(x,t)|$ est suffisamment petite, c'est-à-dire quand $|x|$ est moindre qu'une certaine quantité. Il faut que le contour C_2 soit entièrement à droite de l'axe des imaginaires. S'il y a des racines purement imaginaires, il faut les considérer à part. Dans tous les cas, on démontre la convergence en se servant des fonctions majorantes.

2. Si la fonction $K(t)$ n'est pas un polynome, mais si elle est continue de 0 à 1, sauf pour un ensemble de points de mesure nulle, on peut l'exprimer dans cet intervalle par une série de polynomes

$$u_0(t)+u_1(t)+\ldots+u_n(t)+\ldots$$

dont chacun est du degré de son indice. Nous poserons une condition de plus. Soit

$$S_n(t)=u_0(t)+u_1(t)+\ldots+u_n(t)$$

et

$$R_n(t)=K(t)-S_n(t).$$

Alors, si R_n est le maximum de $|R_n(t)|$ et S'_n celui de $|S'_n(t)|$ dans l'intervalle (exclusion faite de l'ensemble de mesure nulle), nous supposons que la quantité

$$S'^2_n R_n$$

tend vers zéro (il suffirait même qu'elle tendît vers une quantité finie suffisamment petite). Cette condition pourra toujours être remplie si $K(t)$ a une dérivée continue, sauf pour un ensemble de points de mesure nulle; mais il y a probablement des cas plus étendus (¹).

Soient

$$S_n(t)=a_0+a_1 t+\ldots+a_n t^n,$$

$$P(\alpha)=1-\frac{a_0}{1+\alpha}-\frac{a_1}{2+\alpha}-\ldots-\frac{a_n}{n+1+\alpha},$$

$$T(\alpha)=\frac{a_0}{1+\alpha}+\frac{a_1}{2+\alpha}+\ldots+\frac{a_n}{n+1+\alpha}.$$

L'équation (2) peut s'écrire

$$f(x)=\varphi_n(x)+\int^1 S_n(t)\quad f(tx)\,dt,$$

où

$$\varphi_n(x)=\psi(x)+\int_0^1 V_n(x,t)f(tx)\,dt,$$

en posant

$$V_n(x,t)=K(x,t)-S_n(t).$$

(¹) Depuis la présentation de cette Note, M. Lebesgue a eu la bienveillance de nous montrer qu'une condition suffisante serait la condition de Lipschitz généralisée $|K(t+h)-K(t)|<Ah^\beta$ où $\beta>\frac{2}{3}$.

La formule (A) nous donne

$$f(x)=\sum_i x^{\alpha_i}[p_{i0}+p_{i1}\log x+\ldots+p_{iq_i}(\log x)^{q_i}]+v_n(x)$$
$$+\int_{C_1}\frac{x^\alpha\int_0^x y^{-1-\alpha}v_n(y)\,dy}{P(\alpha)}\,d\alpha+\int_{C_2}\frac{x^\alpha\int_a^x y^{-1-\alpha}v_n(y)\,dy}{P(\alpha)}\,d\alpha.$$

On voit assez facilement que le nombre des racines enfermées par C_2 restera toujours moindre qu'un nombre fixe; le nombre à l'intérieur de C_1 va en croissant avec n. Donc, pour ce qui est de $v_n(x)$ et de l'intégrale $\int_{C_2}$, l'approximation ne présente pas de difficulté nouvelle. Il faut manier un peu l'intégrale $\int_{C_1}$.

Prenons pour C_1, d'une part, une droite infinie à distance finie δ moindre que l'unité à gauche de l'axe des imaginaires et ayant à sa gauche toutes les racines dont la partie réelle est négative; d'autre part, la partie du cercle infini qui est à gauche de cette droite. Alors

$$\int_{C_1}\frac{x^\alpha\int_0^x y^{-1-\alpha}v_n(y)\,dy}{P(\alpha)}\,d\alpha$$
$$=\int_{C_1}\left[x^\alpha\int_0^x y^{-1-\alpha}v_n(y)\,dy\right][1+T(\alpha)]\,d\alpha+\int_{C_1}\frac{[T(\alpha)]^2x^\alpha\int_0^x y^{-1-\alpha}v_n(y)\,dy}{P(\alpha)}\,d\alpha.$$

La première intégrale égale

$$\frac{1}{x}\int_0^x\left[a_0+a_1\left(\frac{y}{x}\right)+\ldots+a_n\left(\frac{y}{x}\right)^n\right]v_n(y)\,dy,$$

c'est-à-dire

$$\int_0^1 S_n(w)\,v_n(wx)\,dw.$$

Donc elle se prête à l'approximation successive.

La partie de l'autre intégrale qui appartient au cercle infini est nulle puisque $P(\alpha)=1$ sur ce cercle et $T(\alpha)$ devient nul comme $\frac{1}{\alpha^2}$. Sur la droite, nous avons

$$T(\alpha)=\int_0^1 t^\alpha S_n(t)\,dt=\frac{S_n(1)}{\alpha+1}-\frac{1}{\alpha+1}\int_0^1 t^{\alpha+1}S_n'(t)\,dt.$$

Donc

$$|T(\alpha)|^2 < \frac{BS'^2_n}{|\alpha+1|^2},$$

B étant une quantité finie. On a sur la droite $|P(\alpha)| > d$, qui est une quantité fixe. Par conséquent, l'intégrale prise sur la droite infinie reste finie quand n croît indéfiniment. Par suite, les hypothèses que nous avons faites sur $K(t)$ rendent évidente la convergence des approximations.

Nous avons aussi fait l'étude du cas plus général de l'équation

$$\int_{\mu}^{1} G(x,t) f(tx)\, dt = g(x) \qquad (|\mu| < 1).$$

NOMOGRAPHIE. — *Sur la réduction des équations à trois variables aux formes canoniques que comporte la méthode des points alignés.* Note de M. **M. d'Ocagne**, présentée par M. G. Humbert.

La réduction, lorsqu'elle est possible, d'une équation quelconque à trois variables à la forme canonique correspondant à l'application la plus générale de la méthode des points alignés a été traitée, de façon magistrale, par M. Gronwall dans un Mémoire récemment paru ([1]) qui, au point de vue de la théorie pure, nous semble avoir épuisé le sujet.

Cela, toutefois, ne supprime pas l'intérêt de procédés plus simples applicables à des formes particulières d'équations représentables en points alignés, et, à ce point de vue, l'ingénieuse solution que vient de faire connaître M. Soreau ([2]) mérite une mention spéciale.

L'auteur fait remarquer que, lorsqu'on l'applique à l'équation d'ordre nomographique 3 la plus générale, sa méthode (qui embrasse d'ailleurs les cas d'anamorphose transcendante) réduit à quelques lignes la discussion « longue et laborieuse » que comporte l'étude purement algébrique de la question à laquelle je me suis jadis livré ([3]) en me plaçant au seul point de vue projectif.

([1]) *Journ. de Math. pures et appliquées*, 6e série, t. VIII, janvier 1912, p. 59.

([2]) *Comptes rendus*, t. 155, 25 novembre 1912, p. 1065.

([3]) *Acta mathematica*, t. XXI, 1897, p. 301; et *Traité de Nomographie*, chap. VI, § II B.

Je demanderai la permission de rappeler que, par l'introduction de la notion des *points critiques* (au point de vue nomographique), j'avais, de mon côté, précédemment réduit cette dernière discussion à une forme des plus concises ([1]).

HYDROGRAPHIE. — *Le régime des crues dans le réseau fluvial congolais.* Note de M. **Roussilhe**, présentée par M. Hatt.

La mission Congo-Oubangui-Sanga, organisée en 1910 et dirigée par l'ingénieur hydrographe Roussilhe, a été amenée, pour la rédaction d'un nombre important de cartes hydrographiques, à étudier soigneusement le régime des crues dans le Congo et ses affluents.

Des observations hydrométriques ont été organisées et poursuivies dans 31 postes différents répartis sur le Congo et ses principaux tributaires : Oubangui, Sanga, N'Goko, Kassaï et Lukenie. Ces observations sont dues en partie aux officiers et administrateurs du Congo belge.

Les résultats obtenus peuvent être dès maintenant résumés et interprétés de la manière suivante :

I. Les fleuves de la région tropicale africaine sont *perpétuellement* en crue ou en décrue. Suivant les régions, on observe une ou deux crues annuelles. Le bassin congolais peut être à cet égard divisé en deux zones distinctes.

La première comprend le Congo et ses affluents de rive gauche (Kassaï en particulier); la deuxième comprend seulement les affluents de rive droite : bassin de l'Oubangui et de la Sanga.

Dans la première zone, on observe *deux crues* chaque année : la première a lieu vers le 15 mai en moyenne, la seconde au milieu de décembre.

Une première saison des basses eaux s'observe en mars, une seconde en juillet-août.

Ces règles sont communes aux trois points d'observation du Congo : Stanleyville, Loukolela et Léopoldville.

Dans la deuxième région, au contraire, il n'y a *qu'une crue annuelle* : basses eaux en mars, hautes eaux en octobre.

Les observations déjà recueillies ont permis de déterminer, en chaque point, les cotes fondamentales :

([1]) *Calcul graphique et Nomographie*, p. 259.

Plus bas étiage,
Étiage moyen ou conventionnel,
Lit mineur,
Lit majeur.

Dans l'ensemble du bassin congolais, et surtout dans la région du Congo belge, la crue annuelle est très irrégulière : chacun des niveaux fondamentaux varie, d'une année à l'autre, de quantités qui atteignent la *demi-amplitude* totale de la crue.

Pour toutes les applications à la navigation, aux travaux publics et aux délimitations du domaine public, il conviendra de tenir compte de cette irrégularité absolue, qui ne permet pas de définir, comme on le fait généralement en Europe, les *habitudes normales* du fleuve.

II. Si l'on compare maintenant les observations effectuées en 1910, 1911 et 1912, on peut en déduire, pour chacun des fleuves principaux, la loi de variation de la crue.

Les ondulations principales du niveau du fleuve paraissent se propager, dans tout le bassin, avec une vitesse moyenne de 100^{km} par jour.

Les *amplitudes* de crue sont évidemment modifiées par la variation, d'amont en aval, des largeurs de sections d'écoulement. Mais on constate cependant que, sur chacun des fleuves Congo, Oubangui, Sanga, Kassaï, dont le *débit*, par rapport aux affluents respectifs, est *très important*, la crue conserve sensiblement la même allure, le régime des tributaires et les précipitations pluviométriques locales n'intervenant que pour une faible part.

Pour tous les points d'observation de l'Oubangui, par exemple, on a pu déterminer des coefficients d'amplitude par rapport à Bangui, dont le régime moyen est à peu près connu. Ces coefficients ont été utilisés par la suite pour déterminer, à *quelques décimètres près*, les cotes de plus bas étiage et de lit majeur en chaque point. On a pu, par conséquent, *réduire les sondes* effectuées dans le fleuve à toute époque du levé, et départager les régions du lit accessibles ou non à la navigation.

Ces observations montrent que la crue des fleuves équatoriaux dépend surtout du régime climatologique des *sources*. Deux faits importants viennent corroborer cette assertion :

1° Dans le bassin Oubangui-Sanga, dont la crête d'origine correspond sensiblement au 5e degré de latitude nord, la crue est exactement du même type que pour le Nil.

2° Tout le long du Congo, malgré l'addition d'affluents importants et la répartition du bassin au nord et au sud de l'Équateur, la crue reste du type Léopoldville : deux basses eaux et deux hautes eaux par an.

La double crue de Léopoldville ne serait donc pas due, comme on l'a cru longtemps, à la combinaison des crues dans les deux hémisphères, mais bien plutôt à un *double régime pluviométrique annuel* dans la région des sources : plateau du Katanga et monts Kitangoula, lacs Moero et Tanganyka (altitude, 1200^{m}; latitude, 10° sud). On sait d'ailleurs que le climat tropical sud comporte deux saisons de pluies séparées par une courte saison sèche.

L'influence des affluents principaux est cependant sensible, elle est mise en évidence de la manière suivante :

A Stanleyville, les basses eaux de mars sont généralement inférieures aux basses eaux de juillet.

Le phénomène est inverse à Loukolela, l'Oubangui étant en montée à partir du 15 avril.

Mais la forte décrue du Kassaï, en juillet, détruit cette dernière perturbation, et, dans la région de Léopoldville-Brazzaville, l'étiage annuel a toujours lieu en juillet-août.

Ces résultats deviennent plus compréhensibles lorsqu'on se rappelle que la cuvette centre-africaine est presque entièrement inondée toute l'année : la variation de perméabilité du bassin est à peu près nulle et ne peut, par suite, intervenir dans la translation de la crue d'amont en aval.

A titre de renseignement, et en attendant un exposé plus complet, nous indiquerons les amplitudes suivantes (crue totale annuelle) :

		Crue	
		moyenne.	maximum.
CONGO :	Stanleyville	m 3,65	m 5,35
	Loukolela	3,45	4,40
	Léopoldville	3,40	5,60
OUBANGUI :	Bangui	6,80	7,40
	Betou	4,50	5,55
	Impfondo	6,50	7,00
SANGA :	Nola	2,30	3,21
	Ouesso	3,50	4,32

En récapitulant tous ces résultats on a pu esquisser, pour Léopoldville, une synthèse de la crue du Congo (crue de chaque bassin secondaire multipliée par un coefficient arbitraire, qui correspond à peu près au débit moyen annuel), et, ce qui est plus important, inscrire sur les cartes une prédiction sommaire des hauteurs moyennes mensuelles au-dessus du plus bas étiage en chaque point de la route fluviale.

Ces études vont être continuées méthodiquement; il faudra vraisemblablement de longues et patientes observations avant de préciser la loi très complexe du phénomène, qu'on s'expliquera d'ailleurs d'autant mieux si les observations hydrométriques peuvent être juxtaposées à un réseau d'observations météorologiques très complet.

HYDROGRAPHIE. — *Cartes de la deuxième Expédition antarctique française.* Note de M. **Charcot**, présentée par le Prince de Monaco.

Ces Cartes, au nombre de 11, complètent les travaux hydrographiques de la première Expédition (1903-1905) exécutés par le lieutenant de vaisseau Matha et rendent compte des découvertes de la deuxième Expédition (1908-1910).

Sauf deux plans dus à l'enseigne de vaisseau Godfroy, ces Cartes ont été levées ou dressées par le lieutenant de vaisseau Bongrain.

La Carte de l'Antarctide Sud-Américaine résume les découvertes des deux Expéditions et porte en cartouche les plans des mouillages et abris qui peuvent être utilisés dans ces régions. L'hydrographie de toute la côte ouest de l'Antarctide Sud-Américaine est l'œuvre des deux Expéditions françaises et s'étend du 64° au 70° de latitude Sud, apportant ainsi une contribution des plus importantes à nos connaissances sur le continent antarctique. La Terre Alexandre Ier et la Terre Adélaïde avaient été aperçues, la première par Bellingshausen, la seconde par Biscoë, mais leur configuration et leurs dimensions ne sont connues que par les travaux de la deuxième Expédition qui, de plus, a découvert les Terres Loubet, Fallières et Charcot.

Sept Cartes donnent en détail les régions explorées et en particulier l'intérieur du continent avoisinant le point d'hivernage.

Les deux Cartes d'itinéraire montrent l'état des glaces dans les régions parcourues par l'Expédition pendant les deux étés 1909 et 1910. Le *Pourquoi Pas?* ayant navigué plus au Sud que ses prédécesseurs dans le voisinage de la Terre Alexandre Ier, puis à l'ouest de la Terre Pierre Ier jusqu'au 120° de longitude, donne ainsi des renseignements sur des mers jusqu'alors inconnues. Les sondages venant s'ajouter à ceux de la *Belgica* permettent d'affirmer la continuité des côtes du continent antarctique.

La Carte des Shetland du Sud, dressée d'après les travaux de la Mission venant s'ajouter à ceux surtout de Powell, Bellingshausen et Dumont

d'Urville, donne une description pour ainsi dire définitive de cette région fréquentée actuellement par de nombreux baleiniers.

En dehors de leur intérêt scientifique, les travaux hydrographiques de ces deux Expéditions, qui se complètent, ont déjà donné des résultats pratiques considérables en permettant aux baleiniers de naviguer avec plus de sécurité dans ces régions, et 36 navires ont pu réaliser d'énormes profits en prenant comme centre de leurs opérations le mouillage très sûr de Port Lockroy.

PHYSIQUE. — *A propos de la Communication de M. Gouy : « Sur la théorie des gaz ionisés et le principe de Carnot ».* Note de **C.-G. Darwin.**

M. Gouy (1) a imaginé un appareil pour réfuter théoriquement le principe de Carnot. Sa méthode repose sur le fait suivant : un ion, situé à la fois dans un champ magnétique horizontal et dans le champ vertical de la pesanteur, prend un mouvement, analogue à une précession, perpendiculaire à ces deux directions. Ainsi, selon M. Gouy, et sans l'intervention d'aucun travail extérieur, les ions de charges contraires seraient en partie séparés; l'énergie nécessaire à cette séparation serait fournie par l'agitation calorifique du gaz. Une pareille séparation serait bien, en effet, en contradiction avec le second principe de la Thermodynamique; mais une observation plus minutieuse nous montre que cette séparation ne se produit pas. En effet, il est facile de montrer que le théorème de Liouville, en Dynamique, n'est pas affecté par la présence, dans les équations de mouvement, de termes gyrostatiques ou magnétiques. De là il suit, par la méthode si souvent employée dans la théorie cinétique des gaz, que si, à l'origine, la distribution des ions et des molécules est complètement fortuite, il ne résultera du mouvement aucune tendance vers une distribution systématique et non fortuite. En un mot, il n'y aura pas séparation des ions.

Cette preuve, malgré sa certitude, ne nous montre pas comment, *en fait*, la séparation est empêchée. Nous pouvons nous en rendre compte de la manière suivante. La trajectoire d'un ion se projette sur un plan perpendiculaire au champ magnétique suivant une hypocycloïde dont les boucles sont tournées vers le haut. Cette hypocycloïde est décrite par un point extérieur assez éloigné du centre d'une petite circonférence qui roule sur le

(1) *Comptes rendus*, t. 155, n° 16, 14 octobre 1912.

côté inférieur d'une ligne horizontale. Le mouvement d'un ion se réduit ainsi à une succession d'avances et de retraites et les avances, qui se produisent à un niveau inférieur, sont toujours un peu plus grandes que les retraites. Or, puisque le mouvement de précession est dû à la pesanteur, il faut que l'effet qui l'annule soit aussi dû à la pesanteur. Mais le seul effet de la pesanteur sur la distribution des molécules du gaz est un accroissement de la densité dans les parties inférieures du cylindre. On suppose le gaz assez raréfié pour qu'un ion parcoure un certain nombre de boucles entre deux collisions. Nous avons vu que les avances se produisent dans le bas et les retraites dans le haut du volume considéré, en sorte qu'il y a plus de chances en faveur d'une collision, c'est-à-dire de l'arrêt d'un ion, pendant une avance que pendant une retraite. Cet effet tend évidemment à s'opposer à une séparation. Il n'est pas évident qu'il la neutralise exactement, et le calcul direct serait assez compliqué; mais cela résulte du fait général qu'un champ magnétique n'altère pas une distribution statistique. Le principe de Carnot n'est donc pas enfreint.

PHYSIQUE. — *Sur la réflexion des rayons cathodiques lents.* Note de M. L. **Houllevigue**, présentée par M. E. Bouty.

J'ai indiqué, dans des Communications antérieures ([1]), que les électrons émanés d'un filament de carbure incandescent peuvent, sous l'action du champ électrique créé par une différence de potentiel voisine de 100 volts, donner un pinceau cathodique bien délimité, dont la vitesse approche de 5000^{km} par seconde; ce pinceau est visible sur tout son parcours, grâce à la présence de traces de vapeurs de mercure dans l'espace, privé de tous autres gaz, où il se propage; il s'entoure lui-même, dans le cas le plus ordinaire, d'une lueur diffuse. Lorsqu'il vient à frapper la paroi de verre du récipient où il se propage, il se réfléchit nettement; il se réfléchit également sur une lame métallique placée à l'intérieur du récipient. Ce fait, que j'ai déjà signalé, s'explique difficilement par un rebondissement des électrons, étant données les dimensions exiguës de ces électrons par rapport à celles des éléments matériels qui constituent les parois; en réalité, cette réflexion est due à un phénomène électrostatique; elle a pour cause l'inflexion

([1]) *Comptes rendus*, t. 152, 1911, p. 1240 et 1846; t. 154, 1912, p. 1221.

des trajectoires des électrons dans le champ électrique maintenu à l'intérieur du récipient.

Pour établir cette proposition, j'ai employé le dispositif suivant : l'ampoule d'une lampe à incandescence de 20 volts, fonctionnant sous 18 volts, est reliée par un tube de 12^{mm} de diamètre à un récipient de verre. Ce tube contient intérieurement un cylindre métallique T, maintenu à un potentiel de N volts (comptés à partir du potentiel moyen du filament); à l'intérieur du récipient se trouve une large lame d'aluminium AB, qui peut, elle-même, être maintenue au potentiel U volts, comptés à partir de la même origine.

On règle N de manière à obtenir à l'intérieur du récipient un pinceau cathodique bien délimité, qu'on dirige avec un aimant de façon à le faire tomber sur la lame AB. En faisant alors varier U, sans toucher à l'aimant, on observe trois régimes bien distincts :

1° Tant que U est supérieur à une certaine valeur U_0, le pinceau cathodique s'arrête net à la lame AB (*fig.* 1); la lueur a alors presque entièrement disparu du récipient;

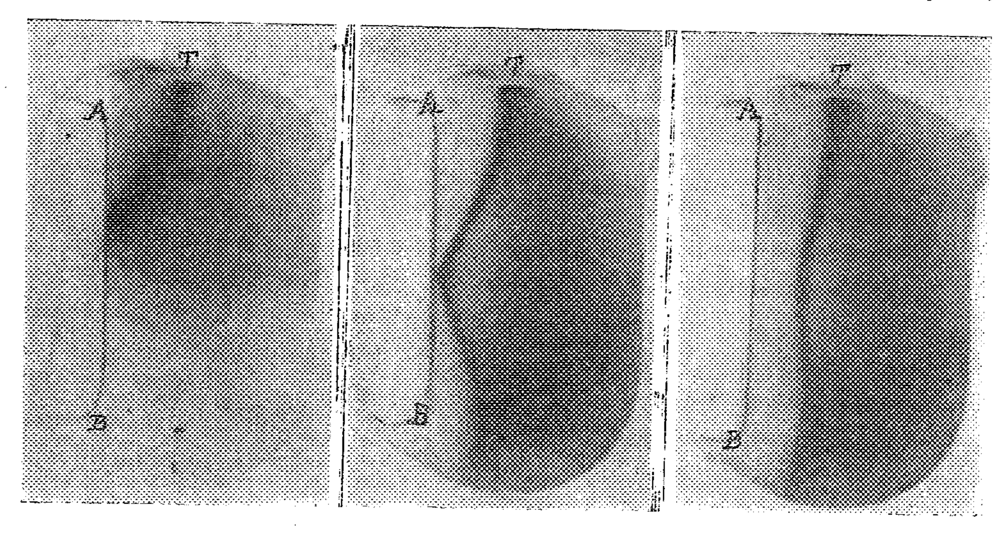


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

en même temps, un galvanomètre placé en série avec AB indique le passage d'un courant, dirigé vers AB, qui peut atteindre 0,25 milliampère : ainsi, *tous les électrons qui pénètrent dans le récipient vont se faire absorber par* AB, *et il n'y a pas trace de réflexion ;*

2° Lorsque U prend la valeur U_0, *le pinceau se réfléchit sur* AB (*fig.* 2); le galvanomètre indique alors un courant presque nul.

3° Lorsque U est inférieur à U_0, *la réflexion se produit encore, mais en avant de* AB (*fig.* 3), et d'autant plus loin de AB que U est plus petit; vraisemblablement, elle se

produit sur la surface du niveau U_0; AB ne recueille plus d'électrons; l'espace qui entoure cette lame est sombre et la lueur se trouve acculée dans la partie opposée du récipient.

Il est utile d'observer ici que l'aimant était placé en face du tube T, de façon à agir presque uniquement sur la déviation initiale du pinceau cathodique, à son entrée dans le récipient; dans ces conditions, les effets de réflexion apparente ou d'absorption du pinceau cathodique sont dus, presque exclusivement, à l'action du champ électrique; l'aimant n'a servi qu'à ployer le pinceau cathodique de façon à le diriger vers AB. Si, au contraire, on fait usage d'un aimant plus puissant que le précédent, placé derrière AB, les effets magnétiques deviennent prédominants et le pinceau cathodique s'enroule, en gardant toujours une courbure de même sens; tous ces effets s'expliquent aisément, au moins qualitativement, et la modification des champs électrique et magnétique permet de passer progressivement des uns aux autres.

On peut donc, en faisant varier systématiquement l'état électrique à l'intérieur du récipient, reproduire à volonté tous les effets de réflexion *apparente* du pinceau cathodique, de même que la suppression de cette réflexion. Il n'est pas douteux que la réflexion observée à la surface interne du verre ne soit due à ce que cette surface est maintenue au potentiel critique U_0, et ce résultat s'obtient automatiquement par le jeu des réflexions successives : tant que la paroi est à un potentiel U supérieur à U_0, elle absorbe les électrons, ce qui a pour effet d'abaisser son potentiel; elle en absorbe jusqu'au moment où elle atteint le potentiel U_0, pour lequel elle les réfléchit. Ces réflexions successives à l'intérieur du récipient donnent naissance à une lueur diffuse; il y a donc une corrélation étroite, déjà signalée antérieurement, entre l'existence de cette lueur et la possibilité d'une réflexion; lorsque le pinceau cathodique cesse de se réfléchir, la lueur disparaît.

J'indiquerai, pour terminer, un exemple numérique : dans une des expériences effectuées, où le potentiel accélérateur N était égal à 185 volts, le potentiel critique U_0 s'est trouvé voisin de 80 volts; il aurait dû être égal à zéro, potentiel du filament d'où émanent les électrons, si ceux-ci n'étaient soumis qu'à l'action des champs électrique et magnétique. Il faut donc qu'une cause intervienne pour ralentir la vitesse de ces électrons, à partir du moment où ils pénètrent dans le récipient; or, cette cause est facile à saisir : les électrons ionisent la vapeur de mercure et la rendent lumineuse; il en résulte une émission d'énergie qui ne peut être empruntée

qu'à la force vive de ces électrons; c'est pour cela que les meilleures mesures du rayon de courbure et de la vitesse du pinceau cathodique ont été obtenues en se plaçant dans des conditions où le pinceau était aussi peu lumineux que possible.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la limite de formation des composés dits* endothermiques *aux températures très élevées.* Note [1] de M. E. BRINER, présentée par M. G. Lemoine.

I. D'après le principe du déplacement de l'équilibre chimique de Le Chatelier-van 't Hoff, la production, aux températures élevées, de réactions absorbant de la chaleur aboutit, dans certains systèmes, à la formation de composés dits *endothermiques;* tel, par exemple, l'oxyde d'azote.

Cette formation est-elle favorisée sans limite par l'élévation de la température? Si oui, beaucoup de composés, oxydes d'azote NO, N_2O, ozone, chlorure d'azote, cyanogène, sulfure de carbone, existeraient dans les régions de plus en plus chaudes, à des concentrations de plus en plus élevées.

Cette conséquence du principe de Le Chatelier-van 't Hoff heurte le sens chimique, habitué à concevoir la destruction des édifices moléculaires par des températures suffisamment hautes; elle est en contradiction avec l'analyse spectrale, qui prouve la nature élémentaire et non complexe des corps existant sur les astres les plus chauds.

Cette contradiction tombe en faisant intervenir la dissociation des molécules en atomes; or quelques travaux récents l'ont mise en évidence pour plusieurs éléments et permis l'évaluation de la chaleur de formation des molécules à partir des atomes; *celle-ci est toujours considérable :*

Corps.	Température.	Coefficient de dissociation.	Chaleur de formation à partir des atomes.	Observateurs [2].
Iode (I_2)	1390°	0,66	Cal. 32,4	Crafts et Meyer
	»	»	36,8	Starck et Bodenstein
Brome (Br_2)	1050	0,06	57,0	Permann et Atkinson
Chlore (Cl_2)	1670	0,01	113,0	Pier
Soufre (S_2)	2177	0,50	120,0	Budde
Hydrogène (H_2)	2427	0,10	130,0	Langmuir

(1) Présentée dans la séance du 25 novembre 1912.

(2) Iode : *Ber. d. deutsch. chem. Ges.*, t. XIII, 1880, p. 851; *Zeits. f. Elekt.*, t. XVI, 1910, p. 961; Brome : *Zeits. phys. Chem.*, t. XXXIII, 1900, p. 215; Chlore : *Zeits. phys. Chem.*, t. LXII, 1908, p. 417; Soufre : *Zeits. anorg. Chem.*, t. LXXVIII, 1912, p. 177; Hydrogène : *Journ. am. Chem. Soc.*, t. XXXIV, 1912, p. 860.

D'après ces valeurs, à partir des atomes, tous les composés sont exothermiques [1]. Dès lors, aux températures suffisamment élevées, lorsque les molécules sont dissociées, la formation des corps dits *endothermiques* (ils ne sont endothermiques que parce que leur chaleur de formation est évaluée à partir des molécules) deviendra exothermique et leur concentration diminuera avec l'élévation de température; elle doit donc passer par un *maximum*.

II. Mais on peut aller plus loin et résoudre complètement le problème de l'équilibre entre les divers éléments de ce système gazeux à toutes les températures. Considérons la formation de NO, seul corps endothermique qui ait été bien étudié aux températures élevées. Ses concentrations à l'état d'équilibre ont été mesurées par Nernst [2] jusqu'à 2000° et leurs valeurs concordent bien avec celles déduites de la théorie. Aux températures où la dissociation de N_2 et O_2 n'est pas appréciable, l'équilibre de la réaction

$$N_2 + O_2 = 2\,NO + Q_1$$

se formulera

$$K_1 = \frac{C_{NO}^2}{C_{N_2} C_{O_2}}.$$

D'après l'équation de van 't Hoff

$$\frac{dln K_1}{dT} = -\frac{Q_1}{RT^2},$$

qui relie la variation de la constante d'équilibre K_1 à la chaleur de réaction Q_1, la concentration de NO doit croître à mesure que la température s'élève, puisque Q_1 est négatif. Supposons maintenant la température assez élevée pour que les molécules N_2 et O_2 soient entièrement dissociées; on aura $N + O = NO + Q_2$, d'où $K_2 = \frac{C_{NO}}{C_N C_O}$; comme Q_2 est positif, la concentration de NO diminuera avec l'élévation de température : elle passe bien *par un maximum*.

Lorsqu'on connaîtra, en outre, les constantes des équilibres

$$K_3 = \frac{C_{N_2}}{C_N^2} \quad \text{et} \quad K_4 = \frac{C_{O_2}}{C_O^2},$$

---

[1] Calculons, par exemple, la chaleur de formation x de HI à partir des atomes; à partir des molécules, pour 1 mol-gr de HI, elle est $1^{cal},45$ d'après l'équation $I_{2gaz} + H_2 = 2\,HI + 2^{cal},9$; à partir des atomes, il faut attribuer à I_2 et H_2 les chaleurs de formation du Tableau ci-dessus; de là par la règle de Hess, $2,9 = 2x - 32,4 - 130$, d'où $x = 82^{cal},9$, valeur très forte, comparativement à la chaleur usuelle.

[2] *Zeits. anorg. Chem.*, t. XLIX, 1906, p. 213.

l'équation de van 't Hoff intégrée fournira les relations de la forme

$$LnK_1 = \frac{Q_1}{RT} + \text{const.} \quad (^1),$$

qui, jointes à l'équation résultant des conditions initiales ([2]), permettront de calculer les concentrations des cinq constituants du système, soit N_2, O_2, NO, N et O, à toutes températures.

III. Ces considérations peuvent interpréter les propriétés des systèmes chimiques aux températures élevées; en voici deux exemples. Langmuir ([3]) indique que vers 2400° l'oxygène est, en grande partie, dissocié en atomes et associé en molécules d'ozone, ce qui confirme le point de vue que nous venons d'exposer. Pour l'azote, le même auteur, jusqu'à 3500°, n'a pu conclure à une dissociation appréciable; en appliquant à cette donnée la relation ([4]) tirée du théorème de Nernst, entre la température correspondant à une certaine dissociation et la chaleur de réaction, on trouve que la chaleur de formation de 1 molécule-gramme d'azote doit être de beaucoup supérieure à 150^{cal}. C'est donc un corps de grande stabilité, ce qui explique sa remarquable inertie chimique à l'état gazeux ([5]).

PHYSICO-CHIMIE. — *Inversion du saccharose par les rayons ultraviolets.* Note de MM. **Henri Bierry**, **Victor Henri** et **Albert Ranc**, présentée par M. A. Dastre.

Nous avons été les premiers à constater (*C. R. Soc. Biologie*, 14 mai 1910) l'apparition de substances réductrices dans les solutions de certains polyoses (saccharose, gentianose, raffinose, mannéotétrose, etc.) soumises à l'action

---

([1]) Si l'on veut tenir compte des variations de Q avec la température, on intégrera une relation $Q = f(T)$ convenable. La constante d'intégration peut être déduite de l'expérience, ou d'après le nouveau théorème de Nernst, directement des *constantes chimiques* caractérisant les espèces de molécules. A noter qu'entre les tonalités thermiques de ces réactions il existe la relation $Q_1 = 2Q_2 - Q_3 - Q_4$.

([2]) Par exemple, si l'on est parti de NO seul, la concentration initiale de NO est

$$C'_{N^2} + C_N + C_{O^2} + C_O + C_{NO}.$$

([3]) *Loc. cit.*

([4]) *Voir* Brill, *Zeits. phys. Chem.*, t. LVII, 1907, p. 735.

([5]) Il n'est question ici que de la dissociation due à la chaleur seule.

des rayons ultraviolets; ce qui indiquait vraisemblablement un dédoublement de ces sucres non réducteurs.

Voulant comparer cette action à l'action des acides et des ferments, nous avons été amenés à analyser les différentes phases de la réaction photochimique et à faire agir tout d'abord les radiations ultraviolettes sur les monoses des polyoses considérés. Nous avons montré (*Comptes rendus*, 25 juillet 1910) « que la molécule de *d*-fructose subit ainsi une dégradation profonde jusqu'à formation d'aldéhyde formique et d'oxyde de carbone; c'était la première fois que, sans ferments ni agents chimiques, on obtenait une telle dégradation de ce sucre ».

Après la publication de nos expériences MM. D. Berthelot et H. Gaudechon (*Comptes rendus*, 1er août 1910) à leur tour ont signalé l'action des rayons ultraviolets sur divers sucres, en particulier sur le saccharose et le lévulose. Ils ont montré que le saccharose, après irradiation, donne divers gaz en proportions intermédiaires entre le glucose et le lévulose. De ce fait les auteurs ont conclu à une inversion du saccharose.

En somme la preuve d'un processus d'hydrolyse n'était pas fournie, car, pas plus que le dosage des substances réductrices et l'analyse polarimétrique, la présence de gaz en proportions données ne constitue un argument décisif en faveur de l'inversion photochimique du saccharose. La même absence de preuves directes se retrouve dans les travaux de Güntz et Minguin (*Comptes rendus*, 13 février 1911) et de H. Euler et H. Ohlsen (*Journ. Chim. Phys.*, 20 mai 1911).

Nous avons entrepris un certain nombre d'expériences (*Comptes rendus*, 6 juin 1911, *Journ. physiol. et pathol.*, septembre 1911) pour démontrer la présence de sucre interverti dans les solutions de saccharose irradiées. D'une part l'action hydrolisante propre des rayons ultraviolets ne peut être affirmée que si l'on a eu soin de réaliser tout d'abord les conditions expérimentales de milieu et de température qui mettent le saccharose à l'abri de toute auto-inversion. D'autre part, la recherche du sucre interverti, dans une solution de saccharose après irradiation, est rendue délicate par la présence, au sein de cette solution, de corps réducteurs ou optiquement actifs (aldéhyde formique, osones, etc.) autres que le lévulose et le glucose.

Pour mettre en évidence d'une façon certaine le sucre interverti en présence de saccharose, deux moyens étaient à notre disposition : 1° isolement du lévulose à l'état de combinaison calcique (procédé Jungfleisch et Lefranc); 2° préparation des hydrazones du lévulose et du glucose (procédé C. Tanret), ces deux méthodes permettant de régénérer les deux monoses constituants du sucre de canne en passant par des dérivés qui sont caractéristiques. Nous avons ainsi constaté la présence de sucre interverti toutes les fois que celui-ci était en proportions convenables par rapport au saccharose non attaqué. Dans les cas où l'irradiation des solutions de saccharose était de peu de durée, nous avons songé à former les hydrazones du glucose et du lévulose,

à les séparer et à les transformer ensuite en phénylglucosazone facile à caractériser (*C. R. Soc. Biologie*, 27 mai 1911).

Nous avons en outre constaté que, si l'on soumet des solutions de saccharose à l'action des rayons ultraviolets, ces solutions deviennent acides (*loc. cit.*) et nous avons suivi la vitesse de formation des ions H par la mesure des piles à hydrogène. Pour déterminer si ces acides pouvaient avoir une part dans l'inversion du saccharose, nous avons soumis à l'irradiation des solutions de saccharose contenant CO^3Ca de façon à saturer les acides au fur et à mesure de leur formation. Nous avons donc étudié l'action des rayons ultraviolets sur des solutions de saccharose pur : 1° dans le vide à 40°; 2° dans le vide en présence de CO^3Ca (solutions neutres); 3° à l'air libre à 25°; 4° à l'air libre en présence de CO^3Ca à 25° (solutions neutres). Dans tous ces cas, nous avons pu mettre en évidence le sucre interverti.

Ces expériences montrent que l'hydrolyse du saccharose qui se produit, après irradiation, en solution neutre, en solution légèrement acide, en l'absence ou en présence d'oxygène, est bien une action directe des rayons ultraviolets. En somme, nous en avons donné la preuve, dès juin 1911, dans une série de publications Ces recherches ont certainement échappé à MM. D. Berthelot et H. Gaudechon qui sont revenus tout récemment (*Comptes rendus*, 18 novembre 1912) sur cette question.

PHYSICO-CHIMIE. — *Photolyse des diverses catégories de sucres par la lumière ultraviolette.* Note de MM. **Daniel Berthelot** et **Henry Gaudechon**, présentée par M. E. Jungfleisch.

Les sucres simples (monoses) se rangent dans quatre catégories qui se différencient nettement par leur résistance à la lumière : les *sucres cétoniques* sont déjà attaqués par l'ultraviolet initial ($\lambda > 0^\mu,30$); les *sucres aldéhydiques* ne le sont à dose notable que par le début de l'ultraviolet moyen ($0^\mu,30$ à $0^\mu,25$); les *sucres purement alcooliques à chaîne linéaire* par la seconde partie de l'ultraviolet moyen ($0^\mu,25$ à $0^\mu,20$); les *sucres purement alcooliques à chaîne fermée* par l'ultraviolet extrême ($\lambda < 0^\mu,20$).

La décomposition gazeuse commençante, c'est-à-dire produite par les plus lentes des vibrations efficaces, est caractérisée par des rapports simples, répondant aux groupements fonctionnels qui sont les premiers attaqués : CO pour les cétoses (fonction cétone : CO); 2^{vol} CO et 1^{vol} H^2 pour les aldoses (fonction aldéhyde : COH); volumes égaux de CO et H^2 pour les polyols (fonction alcool secondaire : CHOH). A ce premier stade les liqueurs sont neutres et ne réduisent pas à froid la liqueur de Fehling.

Quand on fait agir des vibrations plus rapides, l'altération augmente; on voit apparaître simultanément l'acidité dans la liqueur et l'anhydride carbonique dans les gaz; la dose d'hydrogène augmente; la solution devient réductrice à froid de la liqueur de Fehling; et finalement il se dégage du méthane, gaz de dégradation avancée.

Nos expériences ont été faites sur des solutions aqueuses à 10 pour 100, purgées d'air, et placées en tubes de quartz mince à l'abri de l'air sur le mercure. Des solutions témoins étaient conservées à l'obscurité et à la lumière diffuse.

Cétoses. — Facilement attaquables par la lumière solaire (*Comptes rendus*, t. 155, p. 401). Il y a dégagement de gaz même pour les *cétoses solides*. A la partie supérieure d'un tube de quartz de 10^{mm} de diamètre, rempli de mercure, on a fait passer, le 30 juillet 1912, des fragments de *dioxyacétone solide* sur une hauteur de 1^{cm} environ; il a pénétré en même temps $0^{cm^3},125$ d'air. Au 28 novembre, on a trouvé, en sus des $0^{cm^3},10$ d'azote initial, $0^{cm^3},05$ CO^2 et $0^{cm^3},06$ CO. L'oxygène initial a disparu. Outre le gaz CO provenant de la fonction cétone, il s'est produit du gaz CO^2; le solide irradié donne une solution aqueuse acide. Tout ceci est d'accord avec le fait déjà constaté que les solutions aqueuses de cétoses (corps facilement altérables par les agents physiques et chimiques) exposées au soleil, deviennent acides et dégagent, outre CO, un peu de CO^2. Des fragments de *lévulose solide* ont donné des résultats analogues; les cristaux originellement blancs ont jauni. Ce dégagement de gaz par des composés organiques solides à la lumière solaire est un fait nouveau et intéressant.

Aldoses. — Leur attaque à la *lumière solaire* est très faible et paraît due aux rayons extrêmes du spectre ($0^{\mu},300$ à $0^{\mu},294$) comme on l'a montré pour les aldoses en C^6 (*Comptes rendus*, t. 155, p. 831). L'*arabinose* et le *xylose* (aldoses en C^5), exposés au début de juin 1912, ont commencé à dégager des bulles de gaz au bout d'une huitaine de jours ; mais le volume gazeux dégagé par 1^{cm^3} de solution n'atteignait le 25 septembre que $0^{cm^3},09$ pour le premier ; $0^{cm^3},05$ pour le second et n'a pas augmenté depuis. Les solutions sont restées neutres, ne réduisent pas à froid la liqueur de Fehling, mais réduisent à froid en 1 minute AzO^3Ag ammoniacal : de tous les réactifs des sucres ce dernier est le plus sensible pour déceler une altération commençante.

Exposés à 15^{mm} d'une lampe Westinghouse 220^{volts} ($3^{amp},8$ et 70^{volts} aux bornes), derrière une lamelle de verre de $0^{mm},14$ qui laisse passer l'*ultra-*

violet moyen jusqu'à $0^{\mu},25$, $2^{cm^3},5$ d'*arabinose* ont dégagé en 29 heures $0^{cm^3},21$ de gaz ($0^{cm^3},14$ CO ; $0^{cm^3},07$ H^2) ; et $2^{cm^3},0$ de *xylose* ont dégagé $0^{cm^3},12$ de gaz ($0^{cm^3},08$ CO ; $0^{cm^3},04$ H^2). La dégradation est plus avancée qu'au soleil; les liqueurs sont neutres, mais réduisent à froid, non seulement AzO^3Ag ammoniacal, mais aussi la liqueur de Fehling, bien que faiblement.

Enfin les solutions d'*arabinose* et de *xylose* exposées sans écran à 20^{mm} d'une source riche en *ultraviolet extrême* (lampe Heraeus 110^{volts}; $3^{amp},0$ et 68^{volts} aux bornes) deviennent acides et réduisent fortement à froid les liqueurs cuivrique et argentique. La proportion de H^2 dans le gaz monte à 40 pour 100 ; il apparaît 8 à 12 pour 100 de CO^2, mais pas de CH^4.

Polyols linéaires. — Des solutions d'*érythrite* et de *mannite* exposées *au soleil* 6 mois (mai-novembre 1912) n'ont pas donné trace de gaz. Mais alors que les solutions témoins ne réduisent pas à froid AzO^3Ag ammoniacal, ni à chaud la liqueur de Fehling, les solutions irradiées (qui sont restées neutres) réduisent à froid AzO^3Ag ammoniacal, et à chaud la liqueur de Fehling; ce qui paraît indiquer une légère transformation des polyols en aldoses.

Dans *la première moitié de l'ultraviolet moyen* (lampe à mercure et écran de verre de $0^{mm},14$), au bout de 8 heures il n'y a pas de gaz, pas plus pour l'*érythrite* et la *mannite dissous*, que pour l'*alcool ordinaire*, le *glycol* et la *glycérine à l'état pur;* alors que l'aldéhyde en dégage abondamment : ce qui confirme que les 2^{vol} CO et 1^{vol} H^2 obtenus précédemment pour les aldoses proviennent bien de la fonction aldéhyde.

Mais derrière une cuve de quartz, remplie de 10^{mm} d'eau, qui laisse passer *la totalité de l'ultraviolet moyen* (jusqu'à $0^{\mu},20$), les fonctions alcooliques sont attaquées. Placés à 35^{mm} de la lampe Westinghouse 220^{volts} ($3^{amp},8$ et 72^{volts} aux bornes; $t = 45°$ à $50°$), 2^{cm^3} d'*érythrite* ont donné en 9 heures $0^{cm^3},22$ de gaz ($0^{cm^3},11$ CO; $0^{cm^3},11$ H^2); et 2^{cm^3} de *mannite* $0^{cm^3},28$ de gaz ($0^{cm^3},14$ CO; $0^{cm^3},14$ H^2). Les solutions irradiées sont restées neutres; à froid elles réduisent légèrement la liqueur de Fehling et nettement AzO^3Ag ammoniacal.

Dans l'*ultraviolet extrême* [lampe Westinghouse 110^{volts} ($3^{amp},2$ et 46^{volts}] CO^2 et CH^4 apparaissent et H^2 augmente. L'*arabite* a donné 0,31 CO; 0,54 H^2; 0,03 CO^2; 0,12 CH^4; la *mannite* 0,32 CO; 0,54 H^2; 0,08 CO^2; 0,06 CH^4; la *dulcite* 0,35 CO; 0,49 H^2; 0,06 CO^2; 0,10 CH^4.

Polyols cycliques. — Suivant la règle déjà trouvée (*Comptes rendus*, t. 152, p. 376) ces composés sont plus résistants que les composés linéaires et ne

donnent de doses notables de gaz que dans l'*ultraviolet extrême* (lampes sans écran). A 15^{mm} de la lampe, 2^{cm^3} de *quercite* ou d'*inosite* ont donné en 9 heures environ $0^{cm^3},30$ de gaz formé dans ces deux cas de $\frac{2}{5}$ CO et $\frac{3}{5}$ H^2. Bien qu'il n'y ait ni CO^2 ni CH^4, on n'est déjà plus au début de la décomposition, car H^2 domine et les solutions ont, en général, une très légère acidité, et réduisent franchement à froid les liqueurs argentique et cuivrique.

En résumé la dégradation des sucres par photolyse donne comme gaz fondamentaux l'oxyde de carbone et l'hydrogène en rapports simples, c'est-à-dire les gaz mêmes dont l'union par voie photochimique nous a permis de réaliser, il y a deux ans, la synthèse de l'aldéhyde méthylique, point de départ des sucres et hydrates de carbone dans la nature. Nous avions remarqué alors (*Comptes rendus*, t. 150, p. 1690) que la photosynthèse et la photolyse de l'aldéhyde méthylique se présentaient comme des phénomènes réversibles; on voit qu'il en est de même d'une manière générale pour l'ensemble des sucres.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de la potasse caustique sur le cyclohexanol; synthèse du cyclohexanylcyclohexanol et du dicyclohexanylcyclohexanol.* Note de M. **Marcel Guerbet**, présentée par M. E. Jungfleisch.

Dans des Communications antérieures ([1]) j'ai montré que les alcools secondaires, chauffés au-dessus de 200° avec la potasse caustique anhydre, se transforment, pour la plus grande partie, en alcools deux et trois fois plus condensés, tandis qu'une autre partie, beaucoup plus faible, est scindée à l'endroit du groupement fonctionnel et donne naissance à des acides.

L'alcool butylique secondaire $CH^3 - CHOH - C^2H^5$, par exemple, m'avait donné dans ces conditions un peu d'acide acétique et surtout les alcools dibutylique secondaire (I) et tributylique secondaire (II)

$$(I) \quad C^2H^5 - \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{CH}} - CH^2 - CHOH - C^2H^5,$$

$$(II) \quad C^2H^5 - \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{CH}} - CH^2 - \underset{\displaystyle C^2H^5}{\underset{|}{CH}} - CH^2 - CHOH - C^2H^5$$

Cette réaction de condensation s'explique de la manière suivante : dans

([1]) *Comptes rendus*, t. 149, p. 129; t. 150, p. 183 et 979; t. 154, p. 222.

une première phase, l'alcool butylique secondaire, s'unissant à la potasse, donne le dérivé potassé de cet alcool avec départ de 1^{mol} d'eau et, dans une seconde phase, ce dérivé potassé réagit sur l'alcool butylique secondaire en produisant les alcools dibutylique et tributylique secondaires.

Je viens montrer, aujourd'hui, que le cyclohexanol $C^6H^{12}O$, chauffé à 230° avec la potasse caustique, se transforme de même en alcools deux et trois fois plus condensés que j'appellerai *cyclohexanylcyclohexanol* $C^{12}H^{22}O$ et *dicyclohexanylcyclohexanol* $C^{18}H^{32}O$.

De plus, la potasse caustique oxyde une très petite proportion de cyclohexanol mis en expérience, ouvre sa chaîne et le transforme en acide hexanoïque

$$C^6H^{12}O + KOH = C^6H^{11}KO^2 + 2H.$$

Enfin, la même réaction oxydante se produit sur le cyclohexanylcyclohexanol et donne *l'acide cyclohexanylhexanoïque* $C^6H^{11} - C^6H^{11}O^2$.

D'après une expérience antérieure sur la condensation des alcools secondaires avec leurs dérivés sodés, l'enchaînement des 2^{mol} d'alcool se fait toujours par l'un des deux groupements carbonés voisins du groupement fonctionnel et de préférence par le plus hydrogéné des deux. De plus, si les alcools secondaires, qui se condensent ainsi, sont différents l'un de l'autre, l'enchaînement se fait toujours aux dépens de l'oxhydryle de l'alcool le plus riche en carbone.

Ces considérations, qui ressortent nettement des formules de constitution citées plus haut pour les alcools dibutylique et tributylique secondaires, permettent d'attribuer les formules suivantes aux alcools résultant de la condensation de 2^{mol} et 3^{mol} de cyclohexanol.

```
      CH²
H²C/    \CHOH
H²C\    /CH²
      CH²
```

Cyclohexanol.

```
      CH²                CH²   CH²
H²C/    \CH — CH/                \CH²
H²C\    /CH²          \CHOH  CH²/
      CH²
```

Cyclohexanylcyclohexanol.

```
      CH²              CH² CH²
H²C/    \CH — CH/              \CH²
H²C\    /CH²          \CH  CH²/
      CH²               |
                       CH  CH²
              HOHC/            \CH²
                      \CH² CH²/
```

Dicyclohexanylcyclohexanol.

Pour obtenir ces alcools, on chauffe à 230° durant 16 heures une série de tubes scellés renfermant chacun 10g de cyclohexanol et 10g de potasse caustique, préalablement déshydratée par fusion.

Après réaction, le contenu des tubes renferme des alcools et des acides à l'état de sels de potasse. On les sépare par une technique que j'ai décrite plusieurs fois (*loc. cit.*); puis on isole les uns des autres chacun des alcools et chacun des acides, par distillation fractionnée dans le vide.

Avec 250g de cyclohexanol, j'ai obtenu ainsi : 14g d'un alcool bouillant à 178°-180° à la pression de 55mm, 11g d'un alcool cristallisé fusible à 124°, et j'ai récupéré 152g de cyclohexanol.

Le groupe des acides m'a fourni : 1g,10 d'un acide bouillant à 204°-207° à la pression ordinaire et 12g d'un acide distillant de 218° à 220° à la pression de 69mm.

L'alcool bouillant à 178°-180° à la pression de 55mm répond à la formule $C^{12}H^{22}O$, comme le montrent son analyse et la détermination de son poids moléculaire. C'est le *cyclohexanylcyclohexanol*. Il est liquide, incolore, huileux, à peu près dépourvu d'odeur. Sa densité à 0° est 0,9950. Son éther acétique $C^{12}H^{21}.C^2H^3O^2$ est un liquide incolore, d'odeur agréable; il bout à 188°-190° à la pression de 52mm.

La *cyclohexanylcyclohexanone*, que l'on obtient en oxydant l'alcool précédent par le mélange chromique, a pour formule $C^{12}H^{20}O$. Elle est liquide, incolore. Elle bout à 176°-178° à la pression de 54mm. Son oxime $C^{12}H^{20}{=}AzOH$ fond à 102°. Sa semicarbazone $C^{12}H^{20}{=}Az{-}AzH{-}C^5H^5$ fond à 149°-150°.

L'alcool fusible à 124° est le *dicyclohexanylcyclohexanol*. Il répond à la formule $C^{18}H^{32}O$, comme le montrent son analyse et la détermination de son poids moléculaire. Par refroidissement de sa solution dans l'alcool bouillant, il se dépose en cristaux prismatiques très réfringents.

L'acide bouillant à 204°-207° a été identifié avec l'acide hexanoïque par le point de fusion de son amide et par l'analyse de son sel d'argent.

L'analyse de l'acide distillant de 218° à 220° à la pression de 69mm et le dosage du métal de son sel d'argent lui assignent la formule $C^{12}H^{22}O^2$. C'est l'acide *cyclohexanylcyclohexanoïque* $C^6H^{11}-C^6H^{11}O^2$. Il est liquide, incolore, huileux. Sa densité à 0° est 1,010. Son sel de baryum se dépose en croûtes cristallines de sa dissolution dans l'alcool à 60°.

On a vu plus haut que, dans l'action de la potasse caustique sur le cyclohexanol, il se forme beaucoup moins d'acide hexanoïque que d'acide cyclohexanoïque, et pourtant la proportion du cyclohexanol présent dans le mélange en réaction est incomparablement plus grande que celle du cyclo-

hexanylcyclohexanol. On en peut conclure que l'adjonction d'un reste cyclohexanyle au noyau du cyclohexanol a beaucoup augmenté sa fragilité à l'égard de l'action oxydante de la potasse caustique.

BOTANIQUE. — *Greffe du Cresson de fontaine sur le Chou moellier.* Note de M. **Lucien Daniel**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Il y a une dizaine d'années, j'avais sans succès essayé, à diverses reprises, la greffe d'une plante des lieux humides, le *Myosotis palustris*, sur une plante vivant dans des sols plutôt secs, l'Héliotrope. Évidemment, les différences d'habitat étaient la cause de mes échecs; pour les réduire, j'eus l'idée d'adapter progressivement les plantes greffons à la vie en milieu plus sec et de les greffer ensuite. Je cultivai donc le Myosotis en des baquets de moins en moins riches en eau; les plantes subirent les phénomènes d'adaptation habituels; les tiges devinrent plus ligneuses et plus résistantes. Placées sur l'Héliotrope, elles reprirent et quelques greffes réussirent fort bien (¹).

Au cours de nouvelles recherches sur la greffe des Crucifères (²), entreprises cette année, j'ai appliqué avec succès la même méthode à la greffe du *Nasturtium officinale* (Cresson de fontaine) sur le *Brassica oleracea* (Chou moellier), qui diffèrent par leur habitat à la façon du Myosotis et de l'Héliotrope. Toutefois, la proportion des greffes réussies a été relativement faible : trois exemplaires sur vingt en moyenne. J'attribue cette réussite minime aux tâtonnements que j'ai faits lors de l'aération progressive des greffes et de leur mise à l'air libre, et je ne doute pas qu'une technique plus soigneuse et mieux comprise augmente beaucoup le nombre des réussites.

Au début, les Cressons greffés ont tous poussé d'une façon languissante; les tiges et les feuilles présentaient une couleur brun rougeâtre, rappelant celle des Cressons non greffés souffrant de la sécheresse; les feuilles étaient petites et les entrenœuds très courts, montrant ainsi que l'harmonie n'était point parfaite, au début, entre le sujet et le greffon. Comme conséquence, la tige ne s'était pas ramifiée; elle était assez vite montée à fleurs en donnant une inflorescence petite, serrée et à fleurs peu nombreuses, à fruits peu développés et pauvres en graines assez mal formées. Le port des greffons, à demi rampants, était assez différent de celui des témoins, venus dans des conditions

(¹) Lucien Daniel, *L'accoutumance dans le greffage* (*Lyon-Horticole*, 1902).

(²) Lucien Daniel, *Recherches sur la greffe des Crucifères* (*Comptes rendus*, 30 mai 1892).

comparables en dehors de la greffe. La fructification terminée, les greffons se desséchèrent progressivement du sommet vers la base, en se maintenant verts sur une étendue de 8cm à 15cm près du bourrelet; en septembre, sur cette partie verte et à des hauteurs variables, apparurent de nombreuses pousses allongées qui retombèrent, à la façon d'une plante pleureuse, sur le sujet et la tige verticale du greffon, en donnant à la greffe un aspect assez singulier.

J'ai remarqué que les greffons, à leur première comme à leur deuxième végétation, ont été plus vivement attaqués par les Altises que les Cressons témoins. Ce résultat confirme, une fois de plus, l'existence, que j'ai signalée depuis longtemps (¹), de variations plus ou moins profondes amenées par la greffe dans les plantes greffées relativement aux résistances à leurs parasites naturels. Quant aux sujets, leur développement a été considérablement entravé; ils ont à peine grossi et ne se sont pas tuberculisés. Les feuilles d'appel laissées au début pour favoriser la reprise sont tombées pendant l'été, et ils n'ont pas donné de pousses de remplacement, les bourgeons adventifs ayant été supprimés avec soin. Je me propose d'étudier les variations de développement et de durée qu'ils pourront présenter dans la suite.

En résumé, la réussite des greffes de Cresson sur Chou moellier montre que, en réduisant les différences existant entre les capacités fonctionnelles de deux plantes d'habitat différent par une adaptation progressive rationnelle, on peut arriver à réussir des greffes qui échouent avec les méthodes ordinaires. Le champ de la réussite peut être ainsi étendu, par cette méthode, au delà des limites fixées par les procédés utilisés jusqu'ici.

BOTANIQUE. — *Sur les cultures de Mousses en milieux stérilisés.* Note de M. **Servettaz**, présentée par M. Gaston Bonnier.

On a peu fait jusqu'ici de recherches expérimentales sur l'important groupe des Muscinées, et l'on ne sait encore que très peu de choses sur la nutrition de ces végétaux et leur dépendance vis-à-vis des agents extérieurs. Il faut cependant citer les travaux de MM. Élie et Emmanuel Marchal, Correns, Gœbel, Paul Becquerel.

En vue d'apporter quelques précisions sur ces questions, j'ai élevé en cul-

(¹) Lucien Daniel, *Parasites et plantes greffées* (*Revue des Sciences naturelles de l'Ouest*, 1894).

tures pures une dizaine d'espèces de Mousses : *Phascum cuspidatum*, *Amblistegium riparium*, *Hypnum purum*, *Funaria hygrometrica*, *Orthotrichum obtusifolium*, *Atrichum undulatum*, *Dicranella heteromalla*, *Brachythecium rutabulum*, *Grimmia pulvinata*, *Bartramia pomiformis*.

Je suis parti de la spore et les cultures ont été faites dans des flacons coniques d'Erlenmeyer, des tubes à essais ou des vases de Pétri, sur milieux solides ou liquides. Les solutions de Detmer, de Knop, conviennent au développement des Mousses, mais moins cependant que la solution de MM. Él. et Em. Marchal, alors même qu'elles sont ramenées à un égal degré de concentration. Celle-ci ne doit pas dépasser 5 pour 1000 de sels, et les meilleurs rendements ont été obtenus pour des teneurs comprises entre 3 et 5 pour 1000.

Indépendamment des solutions précitées, j'ai expérimenté avec beaucoup d'autres liquides afin de déterminer, par la méthode de Raulin, la valeur nutritive d'un certain nombre d'éléments, organiques ou inorganiques. Enfin, par addition de gélose ou de gélatine à ces différentes liqueurs, j'ai obtenu des milieux solides convenant très bien au développement des Mousses.

L'ensemencement des spores peut avoir lieu directement dans le milieu liquide nutritif, mais il vaut mieux employer un substratum humide, soit pour la commodité des observations, soit pour assurer une meilleure aération des cultures. Dans les flacons d'Erlenmeyer et les vases de Pétri, je dépose au fond du récipient une couche de coton hydrophile que je recouvre d'un disque de fort papier filtre (celui-ci s'oppose à l'éparpillement des spores); toutefois, lorsqu'on ne veut pas suivre les premiers stades du développement, il y a avantage à employer le coton seul, car les rhizoïdes peuvent alors s'enfoncer librement.

Lorsqu'il s'agit de tubes à essais, il est commode d'ensemencer sur des bandes de papier filtre appliquées contre les parois internes du tube, dont elles couvrent environ une demi-circonférence, et qui plongent par leur base dans le liquide nutritif. On peut aussi introduire dans des tubes de verre étranglés des plaques de porcelaine poreuse, mais les germinations ne se font bien qu'au voisinage du liquide, le reste de la plaque ne s'humectant pas assez. Les tranches de tourbe, les fragments d'écorces d'arbres ne peuvent convenir, par suite de l'action nocive des produits bruns que ces corps abandonnent au liquide des cultures.

La réussite des expériences est intimement liée à un réglage des plus minutieux de la température et de l'éclairement. Au-dessous de 15°-16°, la végétation languit; il faut au moins 6°-7° pour que la germination ait lieu, et les conditions les meilleures sont réalisées pour des températures comprises entre 16°-25°. Quant aux besoins en lumière, ils sont assez variables

suivant les espèces et les degrés de leur développement. Il est très important qu'ils soient satisfaits aussi exactement que possible; ils demandent de l'expérimentateur une observation attentive et constante, s'il veut obtenir de bons résultats. En tout cas, il devra soigneusement éviter d'exposer ses cultures aux rayons directs de la lumière solaire.

Pour toutes les espèces précitées, j'ai obtenu un bon développement des organes végétatifs, allant parfois jusqu'à la production de pousses feuillées de 7^{cm} à 8^{cm}; d'autre part, chez *Phascum cuspidatum*, espèce bisexuée, il y a eu formation d'archégones et d'anthéridies.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur la variation des matières grasses, des sucres et de la saponine au cours de la maturation des graines de* Lychnis Githago. Note de Mlle **Marie Korsakoff**, présentée par M. Gaston Bonnier.

La méthode de dosage des saponines qui a été employée dans ces recherches est celle que j'ai indiquée dans une précédente Note [1].

Les graines de *Lychnis Githago* ont été étudiées à trois stades de leur développement. Une première série de dosages a porté sur les graines jeunes et blanches, récoltées très peu de temps après la fin de la floraison; une seconde série a porté sur les graines un peu plus avancées, mais encore complètement blanches; enfin, une troisième a porté sur les graines presque mûres et noires.

Les graines de *Lychnis* renferment une proportion élevée de matières grasses; elles ont donc tout d'abord été traitées par l'éther de pétrole jusqu'à épuisement complet. Le dosage des substances solubles dans l'éther de pétrole, celui des sucres réducteurs, des sucres non réducteurs et des saponines ont donné les résultats qui se trouvent réunis dans les Tableaux suivants :

---

(1) M. Korsakoff, *Recherches sur les méthodes de dosage des saponines* (*Comptes rendus*, t. 155, 28 octobre 1912).

Substances solubles dans l'éther de pétrole.

Stades.	Nombre de fruits auxquels correspondent les graines.	Poids sec de l'ensemble des graines.	Poids trouvé des substances solubles dans l'éther de pétrole.	Teneur pour 100 en substances solubles dans l'éther de pétrole.
Graines très jeunes, blanches....	140	8,8079	1,3207	14,99
Graines plus avancées, blanches..	78	13,5354	»	»
Graines presque mûres, noires...	60	23,2570	1,5746	6,77

Sucres réducteurs et non réducteurs.

Stades.	Poids trouvé des sucres réducteurs.	Teneur pour 100 en sucres réducteurs.	Poids trouvé des sucres non réducteurs.	Teneur pour 100 en sucres non réducteurs.
Graines très jeunes, blanches....	0,1886	2,140	0,3713	4,210
Graines plus avancées, blanches...	0,0408	0,302	0,0356	0,263
Graines presque mûres, noires...	0,0248	0,106	0,0684	0,290

Saponine.

Stades.	Poids trouvé de la sapogénine.	Poids correspondant de saponine.	Teneur pour 100 en saponine.
Graines très jeunes, blanches..........	traces	traces	»
Graines plus avancées, blanches........	0,0252	0,0742	0,548
Graines presque mûres, noires.........	0,2487	0,7310	3,140

On peut tirer de l'ensemble de ces résultats les conclusions suivantes :

1° Au cours de la maturation des graines de *Lychnis Githago*, la proportion des substances solubles dans l'éther de pétrole contenue dans ces graines subit une diminution très importante. Or, les recherches qui ont été entreprises en vue d'étudier l'évolution des matières grasses au cours de la maturation des graines ont mis en évidence l'accumulation de ces substances pendant cette période. Les résultats qui viennent d'être exposés sembleraient donc montrer que ce phénomène n'est pas général; chez le *Lychnis Githago*, il y aurait au contraire disparition des matières grasses dans la graine au cours de la maturation. Les recherches, sur ce point, seront poursuivies;

2° La quantité de sucres réducteurs et de sucres non réducteurs diminue progressivement dans les graines à mesure que la maturation s'avance;

3° Au contraire, la saponine s'accumule peu à peu au cours du développement des graines; tandis que les très jeunes graines ne contiennent que des traces de glucoside, les graines mûres en renferment une proportion notable.

La quantité de saponine existant dans les autres organes de *Lychnis :* tiges, feuilles, péricarpes, étant presque nulle, il semblerait donc que la saponine dût se former dans la graine elle-même. La disparition progressive des sucres réducteurs et non réducteurs se produisant en même temps que l'accumulation de la saponine, il est permis de supposer qu'il existe une relation entre ces deux phénomènes; peut-être le glucoside se constitue-t-il aux dépens des sucres qui affluent des autres organes de la plante.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la présence de la gentiopicrine, du gentianose et du saccharose dans les racines fraîches de la Gentiane à feuille d'Asclépiade.* Note de M. **Marc Bridel**, présentée par M. E. Jungfleisch.

La Gentiane à feuille d'Asclépiade (*Gentiana Asclepiadea* L.) est une plante vivace que l'on rencontre dans les régions alpines jusqu'à plus de 2000^{m} d'altitude.

Les racines sont notablement plus petites que celles de la Gentiane des officines (*Gentiana lutea* L.). J'ai récolté cette plante, au Lautaret, le 15 août : les fleurs commençaient à peine à apparaître. Elle a été traitée, à Paris, deux jours après sa récolte, par l'alcool bouillant, suivant les indications de la méthode biochimique de M. Bourquelot [1].

Voici les résultats qu'a donnés l'essai sur un liquide extractif dont 100$^{cm^3}$ correspondaient à 100^{g} de racines fraîches :

Rotation initiale ($l=2$)	$-3°43'$
Rotation après action de l'invertine	$-9°26'$
Rotation après action de l'émulsine	$+1°26'$
Sucre réducteur initial	0^{g},544
Sucre réducteur après action de l'invertine	5,062
Sucre réducteur après action de l'émulsine	7,408

(1) Em. Bourquelot, *Recherche, dans les végétaux, du sucre de canne à l'aide de l'invertine, et des glucosides à l'aide de l'émulsine* (*Comptes rendus*, t. 133, 1901, p. 690).

Sous l'action de l'invertine, il y a eu une augmentation de la déviation gauche de 5°43′, avec formation de 4g,518 de sucre réducteur, ce qui donne un indice de 790, plus élevé que celui du saccharose, 603, du gentianose, 673, et des autres sucres connus.

Sous l'action de l'émulsine, il s'est fait un retour de la déviation vers la droite de 10°52′, avec formation de 2g,346 de sucre réducteur, soit un indice de 215. L'hydrolyse s'est faite d'abord rapidement, puis elle s'est ralentie, en même temps que l'indice s'élevait peu à peu : ainsi, dans les quatre premiers jours, le retour a été de 7°38′ et l'indice de 140, et dans les seize derniers jours le retour a été de 52′ et l'indice s'est élevé à 529.

Ce sont là des résultats tout à fait analogues à ceux qui ont été obtenus dans l'essai de la racine de Gentiane jaune, et qui, comme on le verra plus loin, s'expliquent de la même façon.

1° *Extraction de la gentiopicrine.* — On a traité par l'alcool bouillant, deux jours après leur récolte, 400g de racines fraîches. On a distillé l'alcool, puis on a évaporé à sec, sous pression réduite, le liquide aqueux résiduel. On a traité l'extrait par l'éther acétique suivant le procédé de M. G. Tanret. La gentiopicrine obtenue (4g) présentait, après purification, les propriétés suivantes :

Pouvoir rotatoire.......................... $\alpha_D = -197°,41$

$(p = 0,1218;\quad v = 15;\quad l = 2;\quad \alpha = -3°12')$.

Hydrolysée par l'émulsine, en solution aqueuse, elle a donné un précipité cristallisé de gentiogénine.

2° *Extraction du gentianose.* — On a évaporé à sec l'extrait insoluble dans l'éther acétique et on l'a traité à deux reprises par l'alcool à 95c bouillant. Au bout de quelques jours, la cristallisation a commencé. On a recueilli les cristaux et on les a séchés à l'air. Ils pesaient 2g. On les a purifiés par cristallisation dans l'alcool à 80c. On a obtenu ainsi un produit blanc que les caractères suivants identifient sûrement avec le gentianose.

Pouvoir rotatoire.......................... $\alpha_D = +31°,41$

$(p = 0,1910;\quad v = 15;\quad l = 2;\quad \alpha = +48')$.

Ils fondaient à + 209°. MM. Bourquelot et Hérissey ont donné comme point de fusion du gentianose + 207°-209° et comme pouvoir rotatoire $\alpha_D = +31°,5$.

3° *Extraction du saccharose.* — Les liqueurs alcooliques dont on avait séparé le gentianose cristallisé ont laissé déposer peu à peu (en 40 jours environ) une nouvelle quantité de cristaux (2g) que l'on a recueillis.

Leur pouvoir rotatoire était, $\alpha_D = +50°,39$, valeur correspondant sensiblement à celle d'un mélange équimoléculaire de gentianose et de saccharose. On a traité ces cristaux par l'alcool à 95c bouillant qui a laissé cristalliser le saccharose.

Le produit séché à l'air avait comme pouvoir rotatoire :

$$\alpha_D = +66°,14, \quad (p = 0,1852; \quad v = 15; \quad l = 2; \quad \alpha = +1°38').$$

Ainsi, on a pu isoler de la racine de *Gentiana Asclepiadea* L. de la gentiopicrine, du gentianose et du saccharose.

La présence de gentianose explique l'indice élevé qu'on a observé sous l'action de l'émulsine. Cet indice correspond à l'hydrolyse simultanée par ce ferment de la gentiopicrine et du gentiobiose, formé par l'action de de l'invertine sur le gentianose.

Il est probable même qu'il existe encore un autre hydrate de carbone, hydrolysable par l'invertine, c'est du moins ce que laisse prévoir l'indice de 790 que l'on calcule sous l'action de ce ferment.

On doit faire remarquer, en outre, que c'est la première fois que l'on extrait du gentianose d'une plante autre que la Gentiane jaune et que, précisément comme dans cette dernière, le gentianose se trouve ici accompagné de saccharose.

AGRONOMIE. — *Les terres noires de la vallée de l'oued R'Dom au Maroc.* Note de M. **G. Gin**, présentée par M. A. Müntz.

Ancien affluent du Sebou, l'oued R'Dom se perd aujourd'hui dans la merdja Ouahad après avoir traversé une vallée extraordinairement fertile, dont la terre arable a été étudiée par M. Mallet et moi.

Trois échantillons de terre que j'ai prélevés aux environs de Dar Caïd Ben Ali présentaient les compositions suivantes :

	I.	II.	III.
Silice	296,3	318,2	364,1
Alumine	656,3	609,4	562,5
Oxyde de fer	3,8	4,2	4,3
Acide phosphorique	1,2	1,4	1,3
Acide carbonique	5,4	5,8	5,8
Chaux	5,8	6,1	6,3
Magnésie	2,9	3,1	3
Potasse	4,1	4,7	4,3
Matières organiques	24,6	26,6	30,1
Perte à 110°	8,2	7,9	7,4
Eau de combinaison	10,2	9,2	8,4
Totaux	998,8	996,6	997,5
Azote des matières organiques	1,52	1,72	1,84

A l'état sec, ces terres sont noires et fissurées, suivant des plans de rupture qui forment un ensemble assez régulièrement réticulé.

Sous l'action de l'eau, ces alluvions se désagrègent et se délitent pour former, en fin de compte, une vase fluide et visqueuse.

La capacité de saturation de ces terres atteint 51,2 pour 100 et leur capacité de retenue 34,3 pour 100.

1^{m^3} peut donc retenir environ 343^l d'eau d'imbibition et 200^l d'eau de combinaison, soit en totalité 543^l.

Pendant la période estivale, la presque totalité de l'eau d'imbibition disparaît dans la couche superficielle, laquelle, en raison de sa couleur noire, absorbe une forte proportion de la chaleur solaire qu'elle reçoit.

Mais, en dépit de cette dessiccation, complète en apparence, les plantes continuent à y végéter pendant les mois chauds, de telle sorte que ces terres noires se prêtent parfaitement au dry farming.

Pour expliquer ce fait anormal, on peut supposer qu'après la disparition de l'eau d'imbibition il reste dans l'argile de l'alumine trihydratée $Al^2O^3, 3H^2O$, dont les racines des plantes auraient la propriété d'absorber l'eau de combinaison.

Au moment d'une nouvelle imbibition par les eaux atmosphériques, l'hydrate se reconstituerait en produisant le foisonnement constaté.

La couleur noire caractéristique des terres de l'oued R'Dom, et en général des Tirs du Maroc, est donnée par une substance amorphe humique résultant d'une décomposition de matières végétales transformées par une oxydation graduelle.

Cette substance est, en partie, soluble dans la potasse caustique, avec laquelle elle donne une liqueur brune.

La formation de la matière noire est donc analogue à celle de la tourbe et elle est favorisée par les alternatives d'humidification et de dessiccation du sol, ce dernier phénomène facilitant le libre accès de l'air par le fendillement qu'il entraîne.

CHIMIE AGRICOLE. — *Étude agrologique du manganèse.*

Note de M. **P. Nottin**, présentée par M. A. Müntz.

Depuis les recherches bien connues de M. Gabriel Bertrand, l'emploi du manganèse comme engrais a été l'objet de nombreux essais culturaux; mais l'étude agrologique de cet élément paraît ne pas avoir été abordée

d'une façon systématique. C'est cette étude que je me suis proposé de faire, en recherchant ce que devient le manganèse introduit dans le sol à l'état de sels manganeux.

En suivant la méthode employée par Brüstlein (1) pour les sels ammoniacaux, on constate facilement le pouvoir absorbant du sol vis-à-vis des sels de manganèse. J'ai obtenu les résultats suivants :

	Mn^3O^4 fixé par 50g de terre.	
	A.	B.
	g	g
Terre de jardin contenant 85 pour 1000 CaO.. .	0,161	0,163
Terre de prairie » 19 »	0,153	0,159
Terre en friche » 5 » ...	0,097	0,103

Les divers éléments constituants du sol n'ont pas la même influence sur ce pouvoir absorbant :

I. Le sable siliceux n'a aucune action.

II. Le calcaire est fortement attaqué à froid par les solutions de sulfate ou de chlorure manganeux (2) : l'acide reste intégralement en solution et le calcium dissous remplace le manganèse insolubilisé dans le rapport des poids atomiques.

Par exemple, 1g de carbonate de chaux pur est mis pendant 9 jours au contact de 100^{cm^3} d'une solution à 1 pour 100 environ de $MnCl^2$.

	Mn^3O^4.	CaO.	HCl.
	g	g	g
Liquide témoin....................	0,590	0,000	0,559
Liquide filtré après contact.........	0,089	0,370	0,559

Le calcaire a précipité 0g,501 Mn^3O^4 et le rapport $\frac{\text{Mn précipité}}{\text{Ca dissous}} = 1,37$; la théorie indique 1,375.

III. L'humus ne joue aucun rôle dans la fixation du manganèse. La tourbe et le terreau naturels peuvent, il est vrai, le précipiter grâce au calcaire qu'ils renferment. Mais en opérant sur ces substances débarrassées de calcaire par un acide, on ne constate plus d'action fixatrice. Ainsi l'on a :

---

(1) BOUSSINGAULT, *Agronomie*, t. II, p. 117.

(2) Certains échantillons de carbonate de chaux n'ont, cependant, aucune action sur les sels manganeux.

	Liquide filtré			
	Mn^3O^4.	CaO	Mn^3O^4 fixé.	Rapport $\frac{\text{Mn précipité}}{\text{Ca dissous}}$.
	g	g		
Avant contact..........	0,476	0,000	»	»
Après contact { terreau naturel.	0,276	0,116	0g200	1,7
Après contact { terreau lavé...	0,476	0,000	0,000	»

IV. Une argile naturelle, prise à l'état de terre glaise, a nettement réagi sur la solution de SO^4Mn :

	Mn^3O^4.	CaO.	SO^4H^2.
Liquide filtré { avant contact.....	0g,282	0g,000	0g,302
Liquide filtré { après contact.....	0,150	0,026	0,296

Ces chiffres donnent pour le rapport $\frac{\text{Mn précipité}}{\text{Ca dissous}}$ la valeur 5,04. L'argile a donc une action propre, indépendante de la présence du calcaire.

La terre jouissant de la faculté de fixer les sels manganeux, on ne doit trouver que de faibles quantités de cet élément en dissolution dans l'eau du sol. En effet, le lavage de 2kg de terre par 9l d'eau a donné 17mg Mn^3O^4, soit 8mg,5 de Mn^3O^4 soluble par kilogramme; cette terre contenait cependant 1g,45 Mn^3O^4 par kilogramme. L'eau légèrement acidulée dissout un peu plus de manganèse : 0g,037 à 0g,088 Mn^3O^4 par kilogramme, suivant les terres.

Aussi les eaux de drainage ne contiennent-elles que de faibles proportions de manganèse : 0mg,25 à 0mg,5 Mn^3O^4 par litre. Elles ne sont pas enrichies par l'addition au sol de sulfate de manganèse. En effet, j'ai recueilli pendant un an deux eaux de drainage sous deux allonges également arrosées, et contenant chacune 10kg de la même terre. L'une des allonges avait reçu 0g,500 SO^4Mn par un arrosage superficiel; dans l'autre allonge, la terre n'avait subi aucune addition. Seul l'acide sulfurique a passé dans l'eau de drainage, mais non le manganèse correspondant.

En résumé, la terre arable insolubilise et retient le manganèse d'une façon analogue à celle dont elle absorbe l'ammoniaque, la potasse et l'acide phosphorique.

MÉDECINE. — *Les réactions humorales dans la vaccine humaine ou expérimentale et dans la variole (réactions d'infection, réactions d'immunité).* Note de MM. **Pierre Teissier** et **Pierre Gastinel**, présentée par M. A. Chauveau.

Cette note résume l'ensemble des faits qui résultent de nos recherches sur les réactions humorales dans la vaccine humaine ou expérimentale et dans la variole. Ces recherches reposent sur l'étude parallèle et comparée de la formule sanguine, plus particulièrement du pouvoir virulicide du sérum et de la *réaction de fixation*.

I. Nous avons constamment retrouvé dans le sérum des animaux vaccinés, quel que soit le mode de vaccination expérimentale (vaccination cutanée, sous-cutanée, digestive, endo-veineuse, péritonéale), les propriétés neutralisantes que les travaux de Beclère, Chambon, Saint-Yves Ménard avaient mises en évidence. Ce pouvoir virulicide apparaît de façon plus précoce pour la vaccination épidermique (6e, 10e jour) que pour la vaccination non tégumentaire (18e, 25e jour), dont la réalité et l'efficacité se trouvent ainsi confirmées (1).

La durée de ce pouvoir neutralisant est difficile à préciser; nous l'avons pu constater chez des animaux vaccinés par la voie digestive depuis 14 mois, et l'on sait que chez l'homme cette durée se compte par années.

II. On peut déceler, dans le sérum de sujets vaccinés, quel que soit le mode de vaccination, la présence de *sensibilisatrices*. Ces sensibilisatrices, dont l'étude n'a pas été tentée, tout au moins en France, apparaissent dans la variole comme dans la vaccine. On peut les mettre en évidence par la *réaction de fixation*, dont la valeur nous paraît justifiée par les nombreuses expériences que nous avons réalisées à ce point de vue (2).

α. Dans tous les cas de vaccine humaine, de vaccine expérimentale cutanée ou non tégumentaire (à l'exception de quelques cas difficiles à interpréter de vaccine cutanée de l'homme et du lapin), nous avons décelé la présence de sensibilisatrices déviant le

(1) P. Teissier, M. Duvoir et P. Gastinel, *Comptes rendus de la Société de Biologie*, séance du 13 juillet 1912.

(2) P. Teissier et P. Gastinel, *Comptes rendus de la Société de Biologie*, séance du 27 juillet 1912.

complément vers le 7e ou le 10e jour de la maladie vaccinale. Cette apparition est progressive; la réaction, d'abord partielle, devient rapidement totale, dure environ 15 jours et décroît progressivement.

β. Dans la variole humaine, d'après des recherches poursuivies en série sur 39 varioleux, nous avons obtenu, dès le 7e jour et jusque vers le 30e jour, la *réaction de fixation* la plus nette.

III. Si l'on examine parallèlement, avec les réactions humorales, les caractères objectifs de l'éruption dans *la revaccination*, il apparaît que la réaction précoce décrite par V. Pirquet s'observe chez un sujet dont le sérum est neutralisant et fait défaut, alors que se manifeste seulement la réaction de déviation complémentaire.

De ces faits il résulte, en définitive, que la réaction de fixation et le pouvoir virulicide du sérum, dans la vaccine humaine ou expérimentale, comme dans la variole, correspondent à deux stades distincts de ces infections :

1° Un stade d'infection dont, en dehors de la lésion cutanée, les modifications de la formule sanguine et la présence de sensibilisatrices déviant le complément sont des signes importants. Cette infection s'éteint en quelques jours pour la vaccine, en quelques semaines pour la variole, et alors s'atténue et disparaît la *réaction de fixation*, témoin *in vitro* de ce premier stade.

2° Un stade d'immunité dont l'affirmation peut s'obtenir *in vitro* par la recherche du pouvoir neutralisant du sérum.

L'observation de ces faits, dans des maladies dont le cycle infectieux est nettement délimité, permet de considérer que la *réaction de fixation* est la preuve d'un état d'infection peut-être latent, mais toujours existant; elle tend à démontrer que les propriétés bactéricides d'un sérum ne sont pas fonction de sa richesse en sensibilisatrices. Elle prouverait enfin que le phénomène de la *réaction précoce* témoigne, non seulement d'un état allergique, mais encore d'un état de protection vaccinale.

ÉLECTRICITÉ MÉDICALE. — *Des applications de diathermie comme ration énergétique d'appoint*. Note de M. **J. Bergonié**, transmise par M. Bouchard.

La chaleur n'est une forme toujours dégradée de l'énergie que pour les mécaniciens; chez l'homme et les animaux homéothermes, l'énergie doit être libérée directement sous la forme chaleur, pour compléter le premier

terme de l'équation, qui égale les recettes aux dépenses, lorsque l'homéothermie est garantie. Cette quantité de chaleur, directement produite jusqu'ici aux dépens des aliments, est donc un appoint variable, qui s'ajoute à la chaleur dégradée, provenant du fonctionnement vital de l'organisme, et en est tout à fait distincte. Le rapport entre la chaleur d'appoint et la chaleur totale n'est pas constant. Il varie avec chaque sujet, avec l'activité mécanique d'un même sujet; avec la température extérieure, le vêtement, le vent, etc. Certains auteurs l'ont évalué, pour l'homme restant homéotherme, entre $\frac{2}{5}$ et $\frac{1}{2}$; mais chez un sujet de faible poids, de grande surface, exposé nu à la température d'environ 20° C., ce rapport peut être beaucoup plus grand.

La quantité de chaleur d'appoint doit donc être considérable, dans certaines circonstances, pour que l'homme puisse conserver sa température propre. Pourquoi, dans ces conditions, ne pas lui fournir, en nature, cette grande quantité de chaleur, au lieu de la lui laisser tirer des aliments qu'il faut digérer et brûler, en surmenant les appareils physiologiques qui servent à cette digestion et à cette combustion? C'est ce que j'ai fait par la diathermie, l'admirable méthode d'application des courants de basse tension et de haute fréquence, due aux travaux de M. d'Arsonval (¹).

Ces courants traversent le corps avec des intensités efficaces de 2 à 3 ampères, sous des différences de potentiel de 1000 à 2500 volts, sans aucune sensation, lui fournissant ainsi à l'heure, par l'effet Joule, dans les mille calories, plus que le tiers de sa ration alimentaire totale journalière!

Voici la technique, très simple, suivie pour les applications de ces courants : ils entrent par des électrodes métalliques nues (plomb, étain, aluminium, etc.) se moulant bien sur la région, fixée par une bande à pansement, et dont on isole quelquefois les bords avec l'un de ces étroits rubans de sparadrap adhésif. Ces électrodes sont au nombre de six, ou davantage. On les distribue sur chaque pôle en quantité, de différentes manières : par exemple, trois sur le côté et les membres gauches du corps, pour un pôle, et trois sur le côté et les membres droits, pour l'autre pôle. La surface totale des électrodes est d'environ 30^{dm^2}; ce qui fait une densité de courant faible, donnant une large marge de sécurité.

Les indications générales peuvent seulement être notées ici. Ce sont : les états de marasme, d'athrepsie, d'hypothermie, d'inanition primitive, ou consécutive à des affections graves du tube digestif, les anémies diverses,

(¹) D'Arsonval, *Soc. de Phys.*, 20 avril 1892. — *Comptes rendus*, 20 mars 1893, 3 juillet 1893, décembre 1901. — *Arch. d'Élect. méd.*, 1910, p. 873.

les périodes d'algidité des maladies, tous les états de misère physiologique en général. Ces applications de diathermie peuvent encore provoquer, sans dépense énergétique supplémentaire, des hyperthermies bienfaisantes, chez des organismes à réactions défensives paresseuses.

Voici un exemple clinique des résultats :

Sujet B. — Traité par la diathermie générale, deux applications par jour. Intensité : $1^{amp},5$ en moyenne ; durée : 40 minutes, correspondant environ à 1700 calories absorbées par séance.

Avant le traitement.		Après le traitement.
	Taille : $1^{m},76$.	
$49^{kg},500$	Poids.	$63^{kg},200$
$13^{cm},5$	Pression artérielle systolique.	$15^{cm},5$
3 divisions	Amplitude des oscillations.	7 et 8 divisions

Alimentation.

Mange beaucoup de viande; constipation ; langue saburrale; céphalalgie.	Mange beaucoup moins, malgré abaissement de température, et végétaux. Langue parfaite; plus de maux de tête.

État des forces.

Faiblesse très grande; ne peut faire 100^{m} sans soutien; pas de travail physique possible ; pas de travail intellectuel.	Marche des heures sans fatigue; vigueur physique normale; travail intellectuel appréciable.

Température.

Hypothermie; température axillaire : 36°, à 5^{h} du soir. Très sensible au froid. Très vêtu; ne sort pas l'hiver.	Orthothermie; température axillaire : 37°,2. montant après les séances à 40°,3. Affronte toutes les températures; peu vêtu.

État général.

Misère physiologique accentuée.	Aspect corporel et vie normaux.

La diathermie est donc le moyen le plus efficace et le plus rationnel de secourir les organismes en état de misère physiologique, quelle qu'en soit la cause, en leur apportant, sous forme de chaleur en nature, une *ration d'appoint*, qui couvre leur déficit énergétique, sans mettre à contribution leur tube digestif.

MÉDECINE. — *Sur la vaccinothérapie de la fièvre typhoïde.* Note de MM. **Ardin-Delteil**, **L. Nègre** et **Maurice Raynaud**, présentée par M. Roux.

Nous avons entrepris, depuis plus d'un an, l'étude du traitement de l'infection éberthienne par les vaccins antityphiques et, en particulier, par le vaccin sensibilisé vivant de *Besredka*.

Nos recherches portent actuellement sur trente-sept observations. C'est un chiffre encore trop restreint pour pouvoir émettre sur cette méthode un jugement définitif; pourtant, les résultats que nous avons obtenus nous paraissent assez nets pour que nous croyions utile de les faire connaître.

Chez tous nos malades, le diagnostic clinique fut confirmé par la séro-réaction de Widal et, pour plusieurs, par la culture positive du sang; mais cette dernière n'a été faite que dans les cas où le séro-diagnostic pouvait paraître douteux. Rien ne fut d'ailleurs changé au traitement général des malades tel qu'il était normalement institué auparavant.

Nous avons fait, au début de nos essais, deux injections de 1^{cm^3} et 2^{cm^3} de vaccin sensibilisé à 7 ou 8 jours d'intervalle. Il nous a paru, dans la suite, plus avantageux de rapprocher les injections et d'élever progressivement la quantité injectée. Nous avons pratiqué le plus souvent quatre injections à 3 jours d'intervalle l'une de l'autre, de 1^{cm^3}, 2^{cm^3} et 3^{cm^3}. Ces injections ont toujours été très bien supportées. Elles n'ont jamais aggravé, même passagèrement, l'état du sujet. Localement, elles ont donné lieu à des réactions variables, mais toujours plus accentuées que celles observées chez les individus sains injectés à titre prophylactique. On doit les considérer comme de véritables cuti-réactions dues à la sensibilisation de l'organisme.

Sur trente-sept malades, nous ne comptons pas un seul décès; nous avons observé deux rechutes, en y comprenant le cas d'un malade qui reçut, par erreur et sans dommage, 5^{cm^3} de vaccin à la fois, et chez lequel le traitement fut suspendu.

Tous nos malades ont guéri dans un temps plus ou moins court, mais toujours subordonné à la date de la première injection. Nous pouvons répartir nos observations en trois groupes :

Premier groupe. — Chez deux malades, injectés du *premier au cinquième jour de la maladie*, l'évolution de la fièvre typhoïde fut très brève; la guérison se fit au

dix-huitième jour chez l'un, au vingtième jour chez l'autre, soit, en moyenne, 19 jours.

Deuxième groupe. — Chez vingt-quatre malades injectés du *sixième au dixième jour*, la durée moyenne de la maladie fut de 23,4 jours.

Enfin, dans un *troisième groupe* de onze malades injectés *au delà du dixième jour*, la maladie a duré en moyenne 34,9 jours. Nous rapportons, comparativement dans le Tableau ci-dessous, les résultats des cas non traités par la vaccinothérapie et de ceux traités par le vaccin sensibilisé :

	Non vaccinés.	Vaccinés.
Nombre de cas.....	179	37
Décès.............	8,38 pour 100	0
Guérisons.........	91,62 »	100 pour 100
Rechutes..........	9,75 »	5,4 »
Moyenne des jours de maladies.	32,7 jours	26,6 jours
Traités du 1er au 5e jour.......		19 jours
Traités dn 5e au 10e jour.......		23,4 jours

Il ressort de ce Tableau que :

1° La vaccinothérapie semble bien diminuer la gravité de la maladie; sur trente-sept cas nous n'avons eu aucun décès, tandis que les non vaccinés fournissent une proportion de 8,38 pour 100;

2° Elle diminue le nombre des rechutes : 5,4 pour 100 au lieu de 9,75 pour 100;

3° Elle paraît abréger la durée de la maladie d'autant plus que le traitement est institué plus près du début de l'infection.

Nous avons observé, en outre, que le vaccin sensibilisé provoque une amélioration notable de l'état général avant même d'influencer la courbe thermique. Dès le troisième ou le quatrième jour après la première injection, le malade, jusque là prostré, sort de sa stupeur et accuse un bien-être particulier. Ce fait, observé chez plusieurs sujets, a été dans certains cas extrêmement net.

Le vaccin sensibilisé provoque, dans les humeurs des sujets traités, la formation en quantité très abondante d'anticorps.

Le pouvoir bactériolytique, en particulier, s'est montré chez tous ces malades extrêmement intense : c'est ainsi qu'aux dilutions $\frac{1}{20000}$ nous avons observé, dans presque tous les cas, une altération très rapide des bacilles qui apparaissent déformés et granuleux, tandis que comparativement, avec des sérums de typhoïdiques guéris et non traités, nous n'avons pas observé même à des taux très inférieurs, du $\frac{1}{100}$ par exemple, la moindre action bac-

tériolytique. C'est là la preuve de l'influence très remarquable du vaccin sur le développement de propriétés protectrices dans le sérum des sujets traités.

Nous pensons, en conséquence, pouvoir conclure que la vaccinothérapie pratiquée avec le vaccin sensibilisé exerce une action favorable sur l'évolution de la maladie : il en diminue la gravité, en raccourcit l'évolution et cette action est d'autant plus marquée que les inoculations de bacilles sensibilisés sont effectuées plus près du début de la maladie.

PHYSIOLOGIE. — *De la relation qui unit le temps de latence de la réaction à l'intensité de l'excitation.* Note de M. **Henri Piéron**, présentée par M. Dastre.

J'ai récemment indiqué que la courbe empirique des temps de réaction, chez l'homme, en fonction de l'intensité de l'excitation, était d'allure hyperbolique, formant même une branche d'hyperbole vraie pour les sensations cutanées (tact, chaud, froid), s'en éloignant plus ou moins pour les sensations lumineuses et les sensations gustatives de salé ou d'acide (1).

Les résultats concernant les sensations de tact étaient empruntés à un travail de Kiesow. J'ai moi-même procédé à des recherches analogues avec un appareil construit dans ce but et permettant d'exercer, en les signalant électriquement, des pressions d'intensité variable, multiples du seuil préalablement déterminé.

J'ai en outre effectué, pour le sucré (solutions de saccharose) et l'amer (solutions de sulfochlorhydrate de quinine), les mêmes déterminations que celles déjà faites pour le salé et l'acide.

Avec quelques différences dans les constantes, les valeurs que j'ai obtenues pour le tact s'interpolent au moyen de la formule précédemment appliquée aux résultats de Kiesow. D'autre part, la formule établie pour le salé se trouve valable pour le sucré; mais, pour l'amer, la formule d'interpolation, plus complexe, est très voisine de celle de l'acide.

Voici les chiffres expérimentaux des temps de réaction (y_1) exprimés en centièmes de seconde, comparativement aux chiffres calculés (y_2) d'après les formules d'interpolation, pour les diverses intensités d'excitation (x), exprimées en multiples de la valeur-seuil :

(1) *Comptes rendus*, t. 154, 15 avril 1912, p. 998.

Tact.

$$y = \frac{a}{x} + K$$

$a = 23,3$; $K = 21,8$.

x.	y_1.	y_2.	Écarts.
1...	45,1	45,1	+ 0
2...	35,2	33,4	+ 1,8
3...	31,9	29,5	+ 2,4
4...	27,8	27,6	+ 0,2
5...	25,4	26,4	− 1,0
10...	27,0	24,1	+ 2,9
20...	23,7	23,0	+ 0,7
50...	23,2	22,26	+ 0,94
150...	21,9	21,95	− 0,05

Écart moyen pour 100... 3,8

Sucré.

$$y = \frac{a}{x^2} + K$$

$a = 258$; $K = 25$.

x.	y_1.	y_2.	Écarts.
1,00...	283,1	283	+ 0,1
2,00...	82,6	89,5	− 6,9
2,66...	66,8	61,4	+ 5,4
3,33...	45,0	50,8	− 5,8
6,66...	33,6	30,9	+ 2,7
10,66...	28,2	27,4	+ 0,8
16,66...	25,5	25,93	− 0,43
33,33...	25,1	25,23	− 0,13

Écart moyen pour 100... 3,7

Amer.

$$y = \frac{a}{\sqrt[2]{x} + \frac{x^2}{280}} + K$$

$a = 280$; $K = 20$.

x.	y_1.	y_2.	Écarts.
1,0.....	300,1	300	+ 0,1
1,5.....	230,1	247,5	−17,4
2,5.....	188,9	184,7	+ 4,2
5,0.....	154,2	142,2	+12,0
10,0.....	100,7	99,7	+ 1,0
15,0.....	67,4	79,8	−12,4
25,0.....	58,0	56,9	+ 1,1
50,0.....	39,1	37,8	+ 1,3
250,0.....	24,4	21,2	+ 3,2
500,0.....	21,0	20,3	+ 0,7

Écart moyen pour 100... 4,5

Il y a lieu, en outre, de remarquer que, comme j'ai eu l'occasion de l'indiquer déjà (¹), les résultats obtenus par M. et Mme Victor Henri (*Société de Biologie*, 29 juin 1912), relatifs aux temps de réaction de Crustacés inférieurs, des *Cyclops*, recevant des irradiations d'intensités variables (de 5 à 100) par des rayons ultraviolets, peuvent être interpolés par la formule $y = \frac{a}{x^2} + K$, avec un écart moyen de 2,2 pour 100 (4 valeurs).

Bien que toutes les sensations n'aient pas encore été examinées, et en

(¹) *Société de Biologie*, 20 juillet 1912, t. LXXIII, p. 214.

particulier les sensations auditives, je crois, dès maintenant, qu'on peut établir, de façon provisoire, une formule générale d'interpolation pour les temps de réaction en fonction des intensités d'excitation, évaluées en multiples du seuil,

$$y = \frac{a}{x^\alpha + \frac{x^\beta}{b}} + K.$$

Si $\alpha = 1$, $\beta = 0$, $b = 1$, on a la formule des sensations cutanées, celle d'une branche d'hyperbole $y = \frac{a}{x} + K$ (tact, chaud, froid).

Si $\alpha > 1$, $\beta = 1$, $b = 0$, on a la formule des sensations gustatives salées et sucrées, applicable à l'action des rayons ultraviolets sur les Cyclops : $y = \frac{a}{x^2} + K$.

Si $\alpha < 1$, $\beta = 1$, $b = 0$, on a la formule valable pour les sensations lumineuses d'après les résultats de G.-O. Berger : $y = \frac{a}{\sqrt[3]{x}} + K$.

Si $\alpha < 1$, $\beta > 1$, $b > 1$, on a les formules de deux catégories de sensations gustatives : $y = \frac{a}{\sqrt[4]{x} + \frac{x^2}{400}} + K$ (acide); $y = \frac{a}{\sqrt[2]{x} + \frac{x^2}{280}} + K$ (amer).

En ce qui concerne les constantes communes, voici quelles sont leurs valeurs pour les différentes sensations étudiées, en suivant l'ordre décroissant pour la constante a :

	a.	K.	$a + K$.
Tact (Kiesow)	12	20	32
Froid	14	23,6	37,6
Lumière (Berger)	14	19,8	33,8
Tact	23,3	21,8	44,1
Chaud	77,3	25	102,3
Salé	150	23	173
Acide	198	25	223
Sucré	258	25	283
Amer	280	20	300
Ultraviolet (M. et Mme Henri)	485	15	500

Le temps limite (K), pour des intensités très considérables, encore que non douloureuses [1], est donc assez peu variable en ce qui concerne les

---

[1] Lorsqu'une sensation douloureuse apparaît, elle peut inhiber la réaction volontaire étudiée; parfois même le fait se produit avec des excitations intenses simplement désagréables; il se manifeste d'ailleurs dans ces cas des réactions involontaires dont on pourrait mesurer la latence.

diverses sensations étudiées chez l'homme, l'écart maximum n'étant que de $\frac{52}{1000}$ de seconde [1], ceci contrairement à de nombreuses assertions. Et, en revanche, le temps nécessaire pour provoquer une réaction lorsque l'excitation atteint juste le seuil de la sensation $(a + K)$ s'étend entre des limites très larges (moins de $\frac{1}{3}$ de seconde et 3 secondes), variant selon les sensations de 1 à 10 environ, et c'est un fait qui n'avait pas encore été mis en lumière.

Au seuil, la part de la transformation périphérique doit constituer, à mon avis, et ceci est une hypothèse qui devra être confirmée, une portion énorme du temps.

A la limite inverse, les temps étant les plus courts, que représente, comme durée, l'élaboration périphérique de l'influx nerveux, c'est là un problème qui se montre plus difficile à résoudre.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Action de l'aluminium activé sur les extraits alcaloïdiques. Son emploi en Toxicologie.* Note de M. E. **Kohn-Abrest**, présentée par M. Armand Gautier.

J'ai signalé, à diverses reprises, que l'aluminium *activé* [2] peut remplacer avantageusement, en général, le sous-acétate de plomb, le noir animal, et autres différents agents de purification. J'ai constaté qu'il agit sur une foule de liquides à la fois par les oxydes qui se forment et qui sont très avides de certaines matières organiques, en même temps que par le dégagement d'hydrogène se produisant au cours de l'immersion de l'aluminium activé. Ce dégagement, réglable à volonté, permet de préserver d'une oxydation beaucoup de substances même peu stables.

Parmi les liquides étudiés, j'ai constaté que les alcools plus ou moins dilués dans lesquels on a laissé macérer des matières en putréfaction (les

---

(1) Il s'agit, dans ces expériences, de réactions où le sujet porte son attention sur le stimulus, où il adopte un type sensoriel d'attention. Lorsque l'attention porte sur la préparation de la réaction, du mouvement, ces temps moyens peuvent s'abaisser beaucoup et atteindre, chez certains individus, $\frac{12}{100}$ de seconde au tact.

(2) Je rappelle avoir désigné sous le nom d'*activé* le métal qui a été mis pendant des temps assez courts en contact avec des solutions étendues de bichlorure de mercure (*Bull. Soc. chim.*, 1912). Voir aussi Kohn-Abrest et Rivera-Maltes, *Comptes rendus*, juin 1912, etc. L'oxydabilité de l'aluminium en présence de traces de mercure a été mise en évidence surtout par M. Lebon en 1901 (*Comptes rendus*, 1901).

viscères pour des recherches toxicologiques, par exemple) s'éclaircissent considérablement et se dépouillent des matières grasses et des colloïdes qui les souillent généralement. Aussi ai-je pensé que cette propriété purificatrice de l'aluminium activé pouvait être utilisée en chimie toxicologique pour faciliter l'extraction des poisons végétaux.

Avec le concours de M. Rochas (¹) et, plus récemment, de M. Rivera Maltes (²), nous avons étudié comment se comportent, dans certaines conditions, en présence de l'aluminium activé, les alcaloïdes végétaux habituellement recherchés. Différentes séries d'expériences ont été effectuées; dans certaines on a mis en présence d'alcaloïdes purs, en solution dans l'alcool acidulé par l'acide tartrique, des lames d'aluminium activé. Dans d'autres, les alcaloïdes ont été mélangés à des viscères frais ou putréfiés.

I. *Action de l'aluminium activé sur des solutions alcooliques d'alcaloïdes purs à* 1 *pour* 1000:

80$^{cm^3}$ d'alcool à 90° sont additionnés de 20$^{cm^3}$ d'eau, d'acide tartrique (1^g) et de 0^g,10 d'alcaloïde. On introduit, dans chaque solution, une lame d'aluminium, d'environ 3^g à 4^g, activée par immersion de 3 minutes dans une solution aqueuse de bichlorure de mercure à 1 pour 100 et rincée. On laisse en contact pendant 24 heures et, sur une partie du liquide, on dose et on caractérise les alcaloïdes au moyen des réactions indiquées par mon savant Maître, M. Ogier (³).

Voici les résultats :

Alcaloïdes.	Retrouvé pour 100.
Morphine	98
Héroïne	90
Narcotine	100,5
Codéine	92,5
Atropine	94
Brucine	95
Narcéine	95
Antipyrine	95
Caféine	85
Vératrine	80
Strychnine	60
Quinine	50
Cocaïne	50
Nicotine	Traces

(¹) Directeur du Laboratoire de Toxicologie de Rio de Janeiro.

(²) Délégué chilien au Laboratoire de Toxicologie de Paris.

(³) *Traité de Chimie toxicologique*, 1899.

Des résultats du même ordre sont obtenus lorsqu'on fait varier les concentrations entre 2,5 pour 1000 et 0,2 pour 1000.

L'oxyde hydraté qui se forme ne *fixe*, comme j'ai pu le vérifier, qu'une certaine proportion d'alcaloïdes, tels la *strychnine*, *quinine*, la *cocaïne;* il retient, par contre, presque toute la *nicotine*.

II. *Expériences sur les viscères*. — Après avoir divisé au hachoir et procédé à l'épuisement des viscères par l'alcool suffisamment acidulé par l'acide tartrique [1], on opère de la manière suivante :

Les liquides hydroalcooliques sont mis, dans des cuvettes, en contact pendant 24 heures avec des lames activées, ainsi qu'il a été dit plus haut, le poids des lames étant d'environ 10^{g} à 12^{g} par litre de liquide employé. On vérifie que le liquide reste toujours acide. On essore ensuite à la trompe. Généralement, un seul traitement suffit. L'alcool possède alors une teinte jaune paille; sinon, on renouvelle le contact avec d'autres lames activées. Après avoir chassé l'alcool, on poursuit sur les résidus aqueux l'extraction des alcaloïdes par les méthodes habituelles [1].

Les expériences faites avec la morphine et la strychnine mélangées aux viscères m'ont toujours donné des résultats satisfaisants, alors même que les quantités d'alcaloïdes ajoutés ne dépassaient pas $0^{g},0015$ par 100^{g}.

Tous ceux qui ont la pratique des expertises toxicologiques savent combien il est difficile d'obtenir des résidus purs et combien sont incertaines les réactions colorées des alcaloïdes lorsqu'on les pratique sur des résidus déjà colorés eux-mêmes et renfermant de nombreuses matières étrangères aux alcaloïdes que l'on cherche. C'est pourquoi le procédé de purification que je viens d'indiquer paraît présenter de sérieux avantages dans les recherches dont il est ici question. Les résidus qu'il permet d'obtenir sont, en effet, d'une grande pureté et, même si l'application de ce procédé expose à quelques pertes d'alcaloïdes, ainsi que l'indique le tableau précédent, celles-ci sont compensées par la netteté des résultats obtenus.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Influence comparée du potassium, du rubidium et du cæsium sur le développement et la sporulation de l'*Aspergillus niger. Note de M. **B. Sauton**, présentée par M. Roux.

L'*A. niger* cultivé sur liquide Raulin, en présence de doses équivalentes de potassium, rubidium ou cæsium, fournit, après 4 jours à 37°, les poids suivants de récolte (secs à 105°) :

---

(1) V.-J. Ogier, *Traité de Chimie toxicologique*. O. Doin, 1899.

Sans potassium	0,165
Avec 0,5 KCl pour 1500^{cm^3}	4,76
Avec 0,37 RbCl pour 1500^{cm^3}	2,29 (1)
Avec 0,17 CsCl pour 1500^{cm^3}	0,23

Ces résultats sont à rapprocher de ceux précédemment obtenus avec le bacille tuberculeux (2). La valeur nutritive des trois éléments voisins est donc très différente; faible pour le rubidium, elle est nulle pour le cæsium. Le potassium est au contraire un aliment important pour l'*A. niger;* quand on le supprime, la récolte n'est pourtant jamais nulle, probablement à cause de la difficulté qu'on rencontre à purifier le milieu nutritif de toute trace de cet élément. La moisissure est en effet extrêmement sensible à l'action des sels de ce métal; le poids de récolte qui ne dépasse pas 0,17 en l'absence du potassium s'élève à 2,6 pour une addition de $\frac{1}{33000}$ de cet élément.

Cette remarque m'a conduit à apporter la plus grande attention dans la purification des chlorures de rubidium et de cæsium. Ayant constaté par l'examen spectroscopique que l'*A. niger* fixe le potassium avant le rubidium et le cæsium, j'ai utilisé cette propriété pour purifier ces deux éléments du potassium qu'ils contiennent toujours. Après culture sur un milieu contenant 1 pour 100 de RbCl ou de CsCl, on peut extraire du liquide nutritif le rubidium et le cæsium à un état de pureté que ne donnerait aucune autre méthode. On ne les récupère d'ailleurs pas complètement, car une partie très importante se fixe dans la plante.

Après 8 jours, il y a *absence totale* de spores dans les cultures développées sur un milieu constitué de produits très soigneusement purifiés (3) et dépourvus de potassium. Cet élément intervient donc dans leur formation. Il n'en est pas de même du rubidium ni du cæsium. Benecke (4) a observé que, par suite de la substitution du rubidium au potassium, « les conidies sont moins nombreuses ». En réalité, elles ne prennent pas naissance quand on opère avec du rubidium ou du cæsium bien purifiés. Mais il suffit, après 8 jours, d'ajouter KCl au liquide qui en était dépourvu pour provoquer leur apparition. L'absence des spores était donc attribuable, non à une action empêchante du rubidium ou du cæsium, mais bien au défaut de potassium.

Dans ces expériences, le liquide nutritif contenait la dose de zinc indiquée

(1) Poids de sucre consommé : 6,517.
(2) *Comptes rendus*, 28 octobre 1912.
(3) Exception faite pour SO^4Fe (pur Merck), qui apporte le manganèse utile.
(4) *Jahrb. wiss. Bot.*, t. XXVIII, p. 487.

par Raulin. On connaît, par les travaux de Javillier (1), l'influence particulière de cet élément sur la sporulation. Sur un milieu renfermant du zinc, mais dépourvu de sulfate ferreux, l'*A. niger* ne sporule pas (2). Il en est de même sur un milieu contenant zinc et fer [à l'état de citrate ammoniacal (3)]. Dans l'un et l'autre cas, la moisissure, si sensible à l'action du manganèse (4), n'accuse pas la présence de cet élément, puisqu'elle ne sporule pas. Pourtant, dans ces mêmes conditions, le mycélium d'*A. niger* (5) se couvre de spores et le liquide est dépourvu de zinc.

De même, malgré l'absence du potassium, il y a sporulation quand le zinc fait défaut : quelques conidies, décelables seulement au microscope le troisième jour, deviennent perceptibles, le quatrième, sur les bords de la culture et sont nombreuses après une semaine.

Dans les cultures sur rubidium, sans zinc, la sporulation a également lieu.

Les doses des substances utiles à la sporulation deviennent donc extrêmement faibles dans un milieu sans zinc. On pourrait supposer que ces doses très petites suffisent pour assurer la sporulation, parce que le poids du mycélium formé en l'absence de zinc est lui-même très petit. Toutefois, dans les mêmes conditions d'expériences, la sporulation n'a pas lieu si la diminution de la récolte est provoquée, non par la suppression du zinc, mais par celle d'un autre élément tel que le soufre. On est donc amené à conclure à une action empêchante spécifique du zinc, ce qui est conforme aux faits observés par Javillier.

En résumé : 1° la substitution du rubidium au potassium diminue de 50 pour 100 le poids de la récolte; 2° le cæsium n'est pas un aliment pour l'*A. niger*; 3° le potassium intervient dans la formation des spores. Toutefois, en l'absence de zinc, je n'ai pas réussi à le démontrer avec la rigueur expérimentale désirable; 4° quand on substitue le rubidium ou le cæsium au potassium, les spores ne prennent pas naissance.

---

(1) Javillier, *Thèse Doct. ès Sciences naturelles*, Paris, 1908.
(2) *Comptes rendus*, 18 juillet 1910 et 4 décembre 1911.
(3) *Comptes rendus de la Société de Biologie*, t. LXXI, p. 589.
(4) Bertrand, *Comptes rendus*, t. 154, p. 616-618.
(5) Dans les mêmes conditions, *A. fumigatus* ne sporule pas.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Action de doses infinitésimales de diverses substances alcalines, fixes ou volatiles, sur la vitalité des microbes.* Note de MM. A. **Trillat** et M. **Fouassier**, présentée par M. Roux.

Les gaz de la décomposition organique dont nous avons signalé l'influence favorisante sur la vitalité des microbes dans l'air et dans l'eau étant de nature azotée et basique, on pouvait se demander si les résultats observés ne se ramenaient pas uniquement à une question d'alcalinisation de ces milieux, ou bien si l'on devait faire intervenir la notion d'une alimentation gazeuse. On pouvait encore se demander, comme corollaire, si la propriété favorisante variait avec la composition chimique des gaz expérimentés.

Nous avons étudié la question sous ce triple point de vue, et la présente Note a pour but de donner le résumé des essais, entrepris à ce sujet, en utilisant, de préférence à l'air, l'eau distillée comme milieu.

Influence de l'alcalinisation. — Nous avons expérimenté sur de l'eau soigneusement redistillée : elle était répartie par 25^{cm^3} dans des tubes en verre et additionnée de diverses solutions alcalines (soude, potasse, chaux, ammoniaque, etc.), ramenées par titrage à la dilution voulue. Chaque série de tubes, y compris les témoins, était additionnée d'une goutte d'émulsion microbienne aqueuse, très étendue, provenant du râclage d'environ 5^{mg} de la partie superficielle d'une culture sur gélose, de manière à diminuer, dans la limite du possible, les causes d'erreur dues à l'apport d'un substratum nutritif [1]. Après des contacts variant de 24 heures à 5 jours, on pratiquait comparativement la numération des colonies. Voici, à titre d'exemple, les résultats fournis par le *m. prodigiosus* :

	Sonde après		Ammoniaque après		Témoins dans l'eau après	
Dilutions.	24 heures.	120 heures.	24 heures.	120 heures.	24 heures.	120 heures.
1/5000	mort	mort	20	10	60	mort
1/10000	»	»	40	26	80	»
1/25000	3	»	100	30	85	»
1/50000	20	2	150	150	70	»
1/250000	150	45	640	400	[illegible]	»

(1) Nous avons déjà fait observer que les actions signalées ne se manifestent que sur des microbes privés de nourriture et se trouvant, par conséquent, à l'état de souffrance.

On obtient des résultats analogues, soit en organisant des expériences en fonction du degré alcalimétrique, soit en faisant varier la durée du contact, soit en changeant la nature du microbe. On voit donc que si une légère alcalinisation du milieu aqueux a légèrement favorisé le développement microbien, celui-ci est beaucoup plus important dans le cas de l'ammoniaque.

Cette différence en faveur de l'ammoniaque ne peut être expliquée que par son rôle accidentel d'aliment.

Influence de la composition. — Nous avons étudié l'influence comparative de substances gazeuses azotées sur la vitalité des microbes dans l'eau pure.

Dans ce but, nous avons employé la même technique et comparé quelques amines de la série grasse qui se forment au cours des putréfactions et dont nous avions fait déjà entrevoir le rôle. A titre documentaire, nous avons ajouté l'aniline. Le Tableau suivant donne les résultats comparatifs de la numération des colonies effectuée après des contacts variables pour les doses indiquées ci-dessous. Les expériences ont porté sur divers microbes qui ont fourni des résultats analogues : nous ne donnons ici, comme exemples, que ceux qui se rapportent au *m. prodigiosus*.

	I.		II.		III.		
Contacts.	Ammoniaque. $\frac{1}{250000}$	Triméthylamine. $\frac{1}{250000}$	Ammoniaque. $\frac{1}{100000}$	Aniline. $\frac{1}{100000}$	Triméthylamine. $\frac{1}{100000}$	Aniline. $\frac{1}{100000}$	Gaz de la putréfaction. Doses variables. de $\frac{1}{100000}$ à $\frac{1}{500000}$
72 heures	700	1400	1480	1770	1300	1770	∞
120 heures	680	1000	600	1200	760	1200	∞
150 heures	300	600	360	880	29	880	∞
10 jours	300	550	160	260	5	260	∞
15 jours	mort	mort	20	25	mort	25	∞

Les témoins dans l'eau distillée sont morts après 120 heures de contact.

L'inspection de ce Tableau montre que l'action favorisante varie avec la nature des substances étudiées : elle est plus élevée pour les amines grasses que pour l'ammoniaque, elle devient encore plus considérable pour les amines de la série aromatique, ce qui permet de conclure qu'elle augmente avec le poids moléculaire des bases volatiles.

Cette opinion est confirmée par les résultats des gaz de la putréfaction dont les dilutions à alcalinités égales se sont toujours montrées plus favorables : on sait qu'elles renferment, outre les amines grasses, des bases à réactions alcaloïdiques volatiles (A. Gautier).

Nous avons également observé que ces mêmes substances actives, à des doses infinitésimales, étaient antiseptiques à des doses variant de $\frac{1}{1000}$ à $\frac{1}{15000}$, ce qui confirme les observations déjà faites dans nos Notes antérieures.

En résumé, les bases volatiles provenant de la décomposition organique agissent différemment sur les microbes qui se trouvent à l'état de souffrance, comme c'est le cas lorsqu'ils sont en suspension dans l'air ou dans l'eau, non seulement en neutralisant ou alcalinisant les milieux, mais surtout en leur fournissant une nourriture gazeuse. Celle-ci pourrait être considérée, non comme une alimentation normale, mais comme une alimentation d'attente leur permettant de prolonger leur existence [1].

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Activation de certains processus d'oxydation microbiens par les sels d'urane.* Note de MM. **H. Agulhon** et **R. Sazerac**, présentée par M. Roux.

Dans un précédent travail [2] nous avons établi, d'une part le pouvoir antiseptique, assez particulier, des sels d'urane pour la levure, d'autre part l'action favorisante de ces sels sur la formation d'acides volatils dans la fermentation alcoolique et sur l'acétification de l'alcool par le *Mycoderma aceti*. Cette dernière partie de nos expériences nous avait amené à penser que l'uranium était doué d'un remarquable pouvoir activant sur certains processus d'oxydation microbiens. Nous allons étendre et préciser cette notion.

I. *Nouvelles expériences sur le ferment acétique.* — Nous avions qualifié d'extraordinaires les résultats obtenus sur le ferment acétique avec l'acétate d'urane; en effet, ce sel, beaucoup moins antiseptique que le nitrate, nous avait donné des augmentations dans la production d'acide atteignant jusqu'à 57 pour 100 avec une dose de $\frac{1}{1000}$ dans le milieu. De nouvelles expériences n'ont fait que confirmer ces premiers résultats comme le montrent les chiffres du Tableau.

Cultures pures de *Mycoderma aceti* à 28°, en fioles d'Erlenmeyer de 250^{cm^3} sur 50^{cm^3} de bouillon de levure à 2,5 pour 100 d'alcool, additionnés ou non de doses variées d'acétate d'urane [3]. Nous avons vérifié par la méthode de distillation fractionnée de

---

(1) Les expériences ont montré que dans les eaux additionnées de traces de gaz putrides, des dilutions aqueuses microbiennes extrêmement étendues pouvaient encore cultiver après 3 mois.

(2) *Bull. Soc. chim.*, 4e série, t. II, 1912, p. 868.

(3) Les doses réellement en solution dans le milieu de culture ne correspondent pas en réalité aux doses indiquées, car une partie est précipitée à l'état de phosphate et de combinaisons organiques.

Duclaux que l'acidité totale à laquelle correspondent les chiffres du Tableau suivant est bien due, à 2 pour 100 près, à de l'acide acétique :

Doses d'acétate d'urane.	Acidité dosée après 72 heures.	90 heures.	4 jours.	7 jours.
Témoin o	g 1,23	g 1,72	g 1,92	g 1,88
$\frac{1}{100000}$	1,19	1,93	2,07	2,39
$\frac{1}{50000}$	1,28	2,17	2,40	2,42
$\frac{1}{10000}$	1,40	2,40	2,43	2,41
$\frac{1}{5000}$	1,49	2,42	2,45	2,43
$\frac{1}{1000}$	1,49	2,42	2,40	2,40
$\frac{1}{500}$	1,89	2,44	2,49	2,47

Les augmentations par rapport aux témoins pour la dose la plus forte (2^g par litre) sont respectivement de 53 pour 100 après 72 heures, de 37 pour 100 après 90 heures, de 22 pour 100 après 4 jours, temps optimum pour les témoins et de 31 pour 100 au septième jour où l'acide commence à disparaître. Toutes les cultures uranées présentent à la fin une augmentation sensiblement égale par rapport aux témoins. L'action favorisante est incontestable; les différences obtenues sont telles qu'elles restent en dehors de toute erreur expérimentale. Pour les doses à partir de $\frac{1}{10000}$, la vitesse d'acétification est notablement accrue dès les premiers moments.

II. *Expériences sur la bactérie du sorbose.* — Des phénomènes du même ordre sont observés avec la bactérie du sorbose dans son action sur la glycérine.

Cultures pures à 28° en fioles d'Erlenmeyer de 250^{cm^3} sur 50^{cm^3} de bouillon de levure à 5 pour 100 de glycérine, additionnés ou non de doses variables de nitrate ou d'acétate d'urane. Le dosage de la dioxyacétone formée est fait par la méthode générale de dosage des sucres réducteurs de Gabriel Bertrand. Les chiffres du Tableau donnent en milligrammes le poids d'oxydule de cuivre correspondant à la dioxyacétone dosée :

Doses de sels d'urane.	Poids d'oxydule de cuivre : dosé sur 20^{cm^3} après 5 jours de culture.		dosé sur 5^{cm^3} après 7 jours $\frac{1}{2}$ de culture.	
Sel employé :	Nitrate.	Acétate.	Nitrate.	Acétate.
Témoin o	mg 52,5	mg 52,5	mg 77	mg 77
$\frac{1}{100000}$	43,5	72	94	90
$\frac{1}{10000}$	71	93	113	125

Dans une autre expérience, nous avons déterminé que le nitrate d'urane était encore favorisant à la dose de $\frac{1}{5000}$; mais il empêche toute culture à la dose de 1 pour 1000.

La bactérie du sorbose semble donc plus sensible à l'action antiseptique du nitrate que le ferment acétique qui fournit encore de l'acide acétique dans un bouillon additionné de cette dose.

Ainsi, comme pour le ferment acétique, nous observons une accélération très notable de la vitesse de formation du produit d'oxydation : les augmentations observées vont de 16 à 76 pour 100, suivant les doses de sel d'urane et suivant les moments de l'expérience. L'acétate se montre plus favorisant que le nitrate. Pour la dose de $\frac{1}{100000}$, relativement faible, on constate au début, dans le cas de l'action du nitrate sur la bactérie du sorbose, une légère diminution du rendement, puis la culture dépasse nettement le témoin; nous avons pu remarquer le même phénomène dans toutes nos expériences avec les doses plus petites ou égales à $\frac{1}{100000}$; les Tableaux donnés plus haut montrent le fait au troisième jour pour le ferment acétique, au cinquième jour pour la bactérie du sorbose. La courbe de l'action des sels d'urane présente donc un léger fléchissement aux doses faibles.

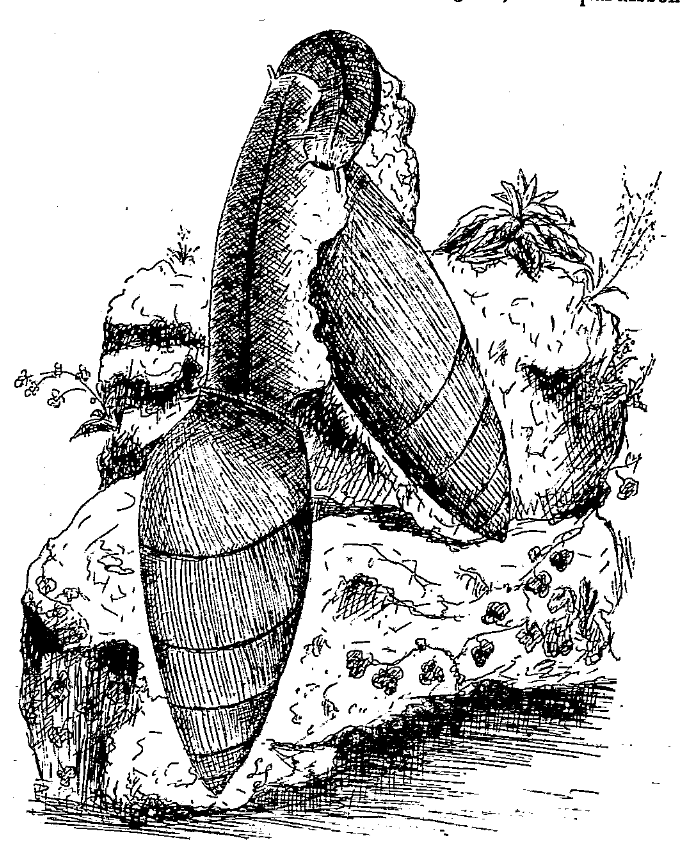
En résumé, les sels d'urane étudiés (acétate et nitrate) sont susceptibles, à des doses variant du $\frac{1}{100000}$ au $\frac{1}{500}$, d'activer les phénomènes d'oxydation dus au ferment acétique et à la bactérie du sorbose. Seuls, dans les conditions de nos expériences, ces sels ne produisent aucune trace d'oxydation de l'alcool ou de la glycérine contenus dans les milieux de culture. Les phénomènes observés sont donc bien dus à une activation du micro-organisme par les sels d'urane et non à la superposition d'une oxydation non biologique à une oxydation microbienne.

Nous ignorons tout du mécanisme de l'action activante de l'urane. Bien que nous l'ayons vu inactif sur la croissance de l'*Aspergillus niger*, il n'est pas impossible qu'il intervienne sur la croissance et la reproduction des cellules. Il peut, d'autre part, agir sur la réaction oxydante comme catalyseur *in vivo*. Dans l'un comme dans l'autre cas, son activité peut être due à sa présence comme élément chimique ou bien à son pouvoir radioactif. Ces différentes questions théoriques ne sont pas encore résolues. La sinuosité de la courbe qui représente son activité laisse à penser que nous nous trouvons en présence, tout au moins, d'une double action. Le phénomène n'a sans doute pas la simplicité de l'action activante qu'on peut observer avec un élément normal comme le manganèse ou le zinc. Il est néanmoins intéressant de voir un corps dont la présence n'a pas été jusqu'ici signalée dans les milieux naturels, accroître d'une façon considérable certains phénomènes de la vie microbienne.

ZOOLOGIE. — *Observations sur les Glandines à Verrières-le-Buisson.* Note de M. **Philippe de Vilmorin**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

Voici un relevé des observations faites à Verrières-le-Buisson, en 1912, sur une espèce de Gastéropode carnivore du Mexique, *Glandina olivacea* Schum. (*G. guttata* Crosse et Fischer), 25 individus de cette espèce nous ayant été obligeamment remis par M. le professeur Bouvier, qui les tenait de M. Gineste Antoine, professeur à Puebla.

5 *juin* 1912. — Les mollusques ont été, tout d'abord, tenus en captivité. En 3 journées et demie les individus ont mangé 31 escargots; ils ne paraissent pas toucher



aux limaces, tout au moins aux grosses limaces rouges (*Arion*); *ils ne touchent pas aux végétaux.*

8 *juin.* — 15 individus adultes ont été mis en liberté dans le parc et le jardin alpin (par nombre égal, en trois endroits différents).

Sur les 25 individus, un, plus petit, a été mangé en partie par ses voisins; la grosse limace rouge (*Arion*) a été vue mangeant le reste d'escargots déjà à moitié dévorés par les Glandines.

13 *juin*. — Retrouvé deux Glandines parmi celles déposées dans le jardin alpin; elles s'étaient éloignées de plus de 3^m du lieu où on les avait mises. Elles ont été retrouvées occupées à dévorer chacune un escargot.

On a retrouvé aussi plusieurs coquilles d'escargots vides.

15 *juin*. — Vu deux *individus accouplés* au jardin alpin (mis en cage pour voir la ponte).

27 *juin*. — Deux nouveaux individus trouvés accouplés en liberté. Beaucoup de coquilles d'escargots vides au jardin alpin.

L'accouplement (voir la figure) dure certainement plus de 30 minutes. Les organes sexuels sont du côté droit de la tête, à un demi-centimètre de l'extrémité. En surveillant la séparation, on ne paraît avoir vu qu'un pénis; il ne semble donc pas y avoir d'accouplement réciproque, encore que ces animaux soient hermaphrodites comme les escargots. En tout cas, l'individu vu avec pénis a été marqué d'une croix; mais il est mort par la suite.

18 *août*. — Deux gros individus morts.

25 *août*. — 3 Glandines ont pondu : 2 en liberté au jardin alpin, 1 dans la cage. *Les œufs sont gros, ovales, blancs, de plus d'un demi-centimètre de longueur, à téguments durs*. Ils ne sont pas enterrés; les animaux pondent dans des cavités naturelles et donnent de 20 à 40 œufs environ. La ponte dure environ 3 jours.

9 *octobre*. — Il reste 13 individus en cage et 7 en liberté dans le parc et au jardin alpin, 30 à 40 œufs dans la cage et en liberté; six lieux de ponte contenant une vingtaine d'œufs chacun. Les individus, vus accouplés, qui avaient été tenus séparés, n'ont pas encore pondu.

9 *novembre*. — Les animaux semblent se ressentir un peu du froid (le thermomètre étant descendu jusqu'à -4°) et ne mangent plus; 4 sont morts. La cage qui était restée dans un bosquet du parc a été rentrée à l'abri dans une orangerie. Deux individus provenant du jardin alpin sont mis en liberté dans une serre froide à fougères.

On n'a pas encore constaté d'éclosions. Peut-être les œufs ne sont-ils pas fécondés?

Les œufs retrouvés sont mis sur de la terre humide dans la serre à fougères.

En résumé, il résulte des observations précédentes que la grosse Glandine du Mexique est très avide d'escargots, qu'elle ne touche pas aux plantes, qu'elle s'accouple dans la région parisienne et qu'elle peut même y pondre. Reste à savoir si la ponte sera féconde et si le mollusque pourra subir l'hiver de nos climats; ces questions présentent un intérêt pratique évident; elles méritent d'être résolues et le seront sans doute au cours de l'année prochaine. En tout cas, on sait qu'une petite espèce de Glandine est répandue dans la région méditerranéenne où M. Bouvier a fait mettre en observation plusieurs lots de *Glandina olivacea*.

EMBRYOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Développement* in vitro *de blastodermes et de jeunes embryons de Mammifères*. Note de M. **A. Brachet**, présentée par M. Henneguy.

La recherche des causes actuelles, immédiates, du développement de l'œuf est l'un des problèmes qui, à l'heure actuelle, préoccupe le plus les embryologistes. Ils cherchent, autant que possible par la méthode expérimentale, à dissocier, dans une ontogenèse, ce qui est dû aux propriétés héréditaires contenues dans l'œuf et ce qui se forme sous l'influence du milieu dans lequel le développement s'accomplit.

Dans cet ordre d'idées, l'œuf des Mammifères offre un intérêt tout spécial, et à son sujet deux questions se posent immédiatement :

1° Un œuf ou un jeune blastocyste est-il capable de vivre et *de se développer* en dehors de l'organisme maternel ?

2° Dans l'affirmative, s'adapte-t-il au milieu artificiel en édifiant des organes spéciaux, ou bien ébauche-t-il quand même ses organes normaux de nutrition ou de fixation ?

J'ai cherché à résoudre ces questions en employant, quelque peu modifiée, la méthode que Harrison et Burrows ont imaginée, et dont Carrel a tiré de si remarquables applications.

Voici comment j'ai procédé. J'ai soumis à l'expérience de jeunes blastocystes de Lapin dans lesquels aucune ébauche embryonnaire n'était encore constituée : entre la fin du cinquième jour et le début du septième. Il était inutile, pour le but que je poursuivais, d'opérer sur des stades plus jeunes.

Au moment voulu, je faisais, par ponction carotidienne, sur la femelle même, une prise de sang. Ce sang recueilli en tube paraffiné était centrifugé pendant 45 minutes. Le plasma bien clair ainsi obtenu était réparti dans une série de petits godets de verre non paraffinés et placés à l'étuve à 39°,5.

En même temps, un aide sacrifiait la Lapine, et je retirais rapidement des cornes utérines les petits blastocystes que je plaçais un à un dans les godets. Ceux-ci étaient alors fermés au moyen d'un couvre-objet enduit d'un peu de paraffine liquide. En quelques minutes, le plasma, coagulé, immobilisait les œufs.

En opérant ainsi [1], j'ai pu maintenir les vésicules blastodermiques non seulement en vie, mais en développement ontogénique progressif pendant 48 heures ; c'était assez pour le but que je me proposais.

---

[1] C'est un plaisir pour moi de remercier mon collègue et ami, le professeur J. Bordet, de l'aide qu'il m'a donnée en mettant à ma disposition les ressources de son Institut, et celles, plus précieuses encore, de sa grande expérience.

Voici les protocoles de deux expériences bien réussies; les résultats sont d'une netteté remarquable :

1. Quatre blastocystes, âgés de 5 jours 10 heures, sont mis en plasma. 24 heures après, leur diamètre a doublé; les vésicules se présentent comme de larges vacuoles dans la partie supérieure du caillot. Deux d'entre elles sont fixées au liquide de Bouin, débitées en coupes et colorées : ce sont deux embryons didermiques tout à fait sains et normaux, dont la vitalité est attestée par de nombreuses mitoses.

Les deux autres blastocystes ont été laissés dans le caillot pendant 40 heures. Au bout de ce temps, l'un d'entre eux était flétri et mort; l'autre, bien sphérique et plus volumineux que la veille, a été fixé et monté en coupes microscopiques. L'examen a montré l'existence d'une tache embryonnaire ovale, à l'extrémité postérieure de laquelle une ligne primitive est en voie de formation, avec des caractères absolument typiques. En outre, dans tout l'hémisphère antiembryonnaire de la vésicule, le feuillet externe se soulève en de nombreuses papilles ectodermiques; il mérite donc, tout comme dans le développement normal, le nom d'hémisphère papillifère. Au niveau de ces papilles, les cellules superficielles, volumineuses, absorbent visiblement, à travers le prochorion encore intact, les éléments du caillot dans lequel l'œuf est enchâssé.

2. Dans une autre expérience, des vésicules de 6 jours 6 heures, ayant des taches embryonnaires didermiques, sont mises en plasma. 24 heures après, l'une d'entre elles, fixée et débitée en coupes, montre un bel écusson embryonnaire bien normal, dont plus de la moitié postérieure est occupée par une longue ligne primitive en pleine prolifération, et creusée d'un large sillon. L'ectoderme embryonnaire a nettement l'aspect des plaques neurales; au pourtour de l'écusson, il s'amincit et se déprime en un *sillon amniotique*, puis il se relève et s'épaissit de nouveau pour former des *lames ectoplacentaires* (M. Duval), larges et étendues. L'hémisphère antiembryonnaire de la vésicule a son aspect papillifère habituel.

Une autre vésicule de cette série, fixée après 44 heures de séjour dans le plasma, était à la limite de sa vitalité et a été fixée. L'embryon, plus avancé que le précédent, était tridermique dans toute son étendue, avec un long prolongement céphalique et une belle ébauche notochordale. Dans les lames ectoplacentaires, le plasmodiblaste (Van Beneden) commençait à se former, et, comme dans l'hémisphère papillifère, absorbait activement les éléments du plasma ambiant.

Tels sont les résultats des expériences les mieux réussies. Ils répondent par l'affirmative aux deux questions que je posais dans les premières lignes de cette Note, et je crois qu'ils ont un réel intérêt au point de vue du déterminisme évolutif de l'œuf des Mammifères. Ils montrent, en effet, que, dans les jeunes blastocystes de Lapin, l'influence des éléments vivants et spécifiques de l'utérus maternel n'est pas nécessaire pour que l'embryon s'édifie normalement et pour que s'ébauchent les organes de sa nutrition et de sa fixation à la muqueuse utérine. Le changement de milieu n'a modifié en rien le déterminisme héréditaire de l'œuf.

Je ne parle, bien entendu, que d'ébauches, les conditions nécessaires à leur évolution ultérieure et à leur achèvement peuvent être autres que celles qui président à leur apparition, et leur étude sort du cadre de mon sujet actuel.

Il n'a été question jusqu'ici que des expériences bien réussies. Mais il arrive souvent que la vésicule, gênée dans son expansion par le caillot dans lequel elle est enserrée, crève et se déchire en un point de sa surface. Elle se flétrit alors plus ou moins, mais peut encore continuer à vivre et à se développer pendant plusieurs heures.

Ces cas sont souvent fort intéressants : 1° d'abord à cause des phénomènes réactionnels qui se passent au niveau de la blessure. Ils démontrent que, aux stades les plus jeunes, les deux feuillets primaires du blastocyste ont déjà leur spécificité définie. Ils ne se suppléent aucunement dans les tentatives de cicatrisation. 2° La déchirure peut avoir la valeur de la destruction expérimentale d'une région déterminée de l'embryon. J'ai dans mon matériel un embryon ayant vécu 42 heures dans le plasma, et âgé de 7 jours 4 heures, dans lequel la région formative de la ligne primitive a été détruite. Or, il n'y a trace ni de notochorde, ni de mésoblaste, bien que l'ectoderme se soit largement développé dans tout ce qui aurait été la région céphalique de l'embryon.

J'ai à peine besoin de souligner l'importance de cette observation.

Dans les expériences dont je viens d'exposer sommairement les résultats, j'ai utilisé le plasma de femelle gravide. Les blastocystes se seraient-ils aussi bien développés dans du sang de femelle non gravide ou de mâle?

Mes recherches sur ce point ne sont pas encore terminées, et il est certaines constatations que je dois encore vérifier. Néanmoins je puis, dès maintenant, dire en toute certitude que le sang de Lapin mâle ne tue ni ne cytolyse les jeunes vésicules blastodermiques de Lapin; il permet même leur développement.

J'espère être prochainement en mesure de préciser davantage.

GÉOLOGIE. — *Les dépôts glaciaires locaux du Vercors et des environs du Villard-de-Lans.* Note de M. **Charles Jacob**, présentée par M. Pierre Termier.

Dans la portion des chaînes subalpines qui correspond à la moitié occidentale de la feuille de Vizille au $\frac{1}{80000}$, trois régions offrent un beau déve-

loppement des terrains glaciaires d'origine locale. Ce sont respectivement : la bordure orientale du Vercors depuis Chichilianne jusqu'à Prélenfrey, la dépression synclinale du Villard-de-Lans avec le petit vallon annexe de la Fauge, le synclinal de Rousset et les environs de la Chapelle-en-Vercors [1].

I. *Bordure orientale du Vercors.* — L'appareil le mieux conservé s'allonge au nord de Chichilianne jusque vers Clelles. Il comprend de chaque côté de la dépression de Donnières deux moraines latérales, qui sont reliées par les moraines frontales de Ruthier, lesquelles donnent vers l'aval le grand *cône de transition* de Clelles. A sa base, le cône de Clelles s'intrique dans le Glaciaire argileux du Trièves, tandis qu'au sommet il s'étale sur le même Glaciaire. Le complexe de Chichilianne-Clelles se montre donc, par la base, contemporain du Glaciaire de Trièves, c'est-à-dire du retrait de Würm; tandis qu'au sommet, pour la partie qui correspond aux formes morainiques superficielles, seules bien conservées, ce Glaciaire daterait de la *récurrence néowürmienne* (Kilian) [2]. Il faut attribuer à la même extension néowürmienne, en totalité ou pour partie, les cônes de Saint-Michel-les-Portes et de Saint-Guillaume, détachés aujourd'hui de leur origine, à rechercher dans les appareils morainiques de de la Bâthie et de Gresse.

Mais le Glaciaire de la bordure ne se borne point à ces formations. En contre-bas de la falaise urgonienne, à une altitude voisine de 1300^m, s'aligne depuis Riefélard jusqu'au sud de Prélenfrey, en passant au-dessus de Château-Bernard, toute une série de *petites moraines:* moraines de névés ou moraines de glaciers suspendus, proches des crêtes, qu'on est conduit à ranger dans un stade postérieur, dans le *stade de Bühl.* La terrasse correspondante est, près de Château-Bernard, difficile à séparer des alluvions néowürmiennes. De même, un doute peut planer sur l'attribution des moraines de Gresse à la seule extension néowürmienne. Les derniers arcs vers l'amont datent peut-être du stade de Bühl.

II. *Région du Villard-de-Lans et vallon de la Fauge.* — Du vallon de la Fauge sortent, au moins sur la rive droite du ravin qui descend au Villard-de-Lans, deux moraines étagées. La basse moraine passe, seule, vers l'aval, à des alluvions qui s'étalent sur la mollasse miocène et qui correspondent, au Nord, à la terrasse de Lans. La haute moraine reste sans jonction frontale ; mais vers les Blancs, au-dessus de la plaine de Lans, un lambeau fluvio-glaciaire peut lui correspondre; tandis que, tout à fait vers l'aval, cette haute moraine trouverait son équivalent dans les célèbres *moraines de Sassenage, du stade néowürmien.* En admettant cette hypothèse, la

---

(1) Pour une analyse plus détaillée, voir CH. JACOB, *Revision de la feuille de Vizille* (*Bulletin des Services de la Carte géologique de France*, n°s 98, 105, 110 et 115). La présente Note coordonne toutes les observations recueillies en vue de la seconde édition de la feuille de Vizille, actuellement en cours de gravure.

(2) L'âge néowürmien des *grands cônes* du Trièves découle des comparaisons mises en valeur principalement par M. P. Lory.

basse moraine et la terrasse de Lans deviennent contemporaines du stade de Bühl. Il en serait ainsi d'autres moraines situées sur le revers occidental du Col de l'Arc, des cordons jalonnant la seconde issue du vallon de la Fauge vers Mure et les Guillots, des moraines de Corençon, tandis que les amas chaotiques, sis à l'est des Martins, équivalents de la haute moraine de la Fauge, correspondraient à la glaciation néowürmienne.

Aux stades néowürmien et bühlien, le cours de la Bourne s'écoulait encore vers l'Isère, par la vallée du Furon ; et c'est *pendant le retrait de Bühl*, marqué par les blocs erratiques des Pierres, près du Villard-de-Lans, que *s'est effectuée la capture de ce cours supérieur*, au profit du tronçon transversal des Jarrands.

III. *Synclinal de Rousset et plateau de la Chapelle-en-Vercors.* — On y peut observer trois étages de formations fluvioglaciaires que nous mentionnerons de haut en bas : 1° A un premier niveau correspondent deux lambeaux revêtant le plateau qui domine au nord la Chapelle-en-Vercors ; 2° au niveau moyen, nous attribuerons les arcs morainiques du plateau même de la Chapelle-en-Vercors et des Finets, avec les retraits des Trucs, de la Bessée, de Ruillans, *toutes formations qui surmontent la vallée actuelle de la Vernaison et qui sont antérieures à son établissement ;* 3° le niveau inférieur comporte *les formations de la vallée de la Vernaison.* L'arc le plus externe se trouve vers les Bérands, et des retraits ont leurs témoins à la Chapelle de Rochas, au Passage, vers Rousset et jusqu'à la montée des sources de la Vernaison. Le dernier niveau serait d'âge bühlien, le niveau moyen d'âge néowürmien, le *niveau supérieur devant être reporté au moins dans la glaciation würmienne franche.*

Dans le bassin de Vassieux, tributaire hydrographiquement de la région de la Chapelle, au moins antérieurement à l'époque actuelle où le bassin est dépourvu d'écoulement superficiel, un amas morainique, emplacé vers la Tour de Vassieux, serait à ranger dans le stade de Bühl, tout comme les moraines de Corençon, dont il constitue un équivalent certain.

En résumé, pour la portion des chaînes subalpines examinée ici, nous sommes conduits à distinguer *trois niveaux d'alluvions fluvioglaciaires*, qui sont successivement, avec leur âge probable dans la chronologie Penck-Kilian :

1° *Würmien.* — Alluvions élevées de la Chapelle-en-Vercors.

2° *Néowürmien.* — Moraines de la Chapelle, des Trucs, de la Bessée, de Ruillans. Moraines de Sassenage, lambeau des Blancs, hautes moraines de la Fauge et de Corençon. Moraines de Gresse, de la Bâthie et de Chichilianne, avec les *grands cônes* de Saint-Guillaume, de Saint-Michel-les-Portes et de Clelles.

3° *Bühlien.* — Lambeau de la Tour de Vassieux. Moraines de la vallée de

la Vernaison. Moraines du Col de l'Arc, du Villard-de-Lans, de Mure et Guillots, de Corençon. Moraines de la bordure, depuis Prélenfrey jusqu'à Riefélard.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Étude morphologique sur les terrasses des environs de Lyon.* Note de M. I. **Assada**, présentée par M. Ch. Barrois.

L'histoire des vallées de la Saône et du Rhône, dans les environs de Lyon, peut être retracée ainsi d'après la topographie glaciaire et les terrasses fluviales :

De Sathonay à Millery la moraine frontale de la grande extension glaciaire, dite *de Riss*, a conservé en plusieurs points la forme de vallum : Le Vernay, fort de Saint Irénée, Sainte-Foy (310^m), Observatoire de Saint-Genis-Laval, Millery (300^m). En avant la nappe subordonnée s'étale jusqu'à la cote 270. Le fragment le plus net de ce complexe se trouve sur le plateau du Point du Jour par 280^m et 270^m. Dans cette nappe subordonnée s'est encaissé un système de terrasses fluviales qui permettent de reconstituer l'histoire des variations du confluent des deux fleuves.

1° Une terrasse 270-280, contemporaine du maximum d'extension glaciaire, s'amorce au-dessus de l'Ile Barbe (plateau de Champagne) et se poursuit le long des vallées mortes de Francheville et de Chaponost (Cailloutis de la Tourette, lieu dit *La Colonge*, près Chaponost). Cette terrasse indique l'existence d'un ancien drainage en périphérie du lobe glaciaire. Elle appartient à la Saône seule.

2° Une terrasse 240-250 se retrouve le long de la même vallée périphérique au château de Collonges, à Écully et à Francheville-le-Haut. C'est également l'altitude du plateau de la Croix-Rousse, 245^m. Aucun lambeau n'en saurait être attribué au Rhône.

3° Une terrasse 230-235 peut se suivre à Collonges nouvelle église, au cimetière de la Croix-Rousse, à Champvert et à la gare de Chaponost. Mais cette fois le Rhône apparaît. Le long du tracé actuel du fleuve, on trouve un niveau correspondant à Vassieu, au château de Bramafans en dessous de Sainte-Foy et à l'hospice du Perron. Les deux fleuves sont donc individualisés à ce stade. La Saône passe par Vaise et les vallées mortes de Francheville et de Chaponost; le Rhône, par l'emplacement actuel de la ville. Le confluent a lieu sur l'emplacement de Brignais, au débouché de la

vallée morte de Saint-Genis-Laval (lambeau du château de Bournanville : 230m).

4° La terrasse 215-220 n'est visible qu'entre Vaise et Oullins, où elle constitue le thalweg du tronçon mort de la vallée périphérique. Près d'Oullins, on la retrouve perchée sur la rive droite de l'Yzeron, qui a découpé postérieurement cet ancien plancher de vallée. Le confluent a lieu en ce moment au-dessus de l'emplacement d'Oullins. A partir de Bonnand, la vallée périphérique est morte; le Garon s'installe dans le tronçon le plus méridional. La vallée de Saint-Genis-Laval ne fonctionne plus et le cours actuel vers le Sud s'ouvre entre Irigny et Feyzin.

5° La terrasse 210-215, dont on retrouve des lambeaux au nord de Saint-Rambert, sur la Saône et à La Pape sur le Rhône, est surtout bien conservée dans la traversée épigénétique de Pierre-Scize, entre Vaise et Lyon-les-Terreaux. Le confluent se fait alors sur l'emplacement de la partie nord de la presqu'île lyonnaise par une capture sur l'emplacement du vallum rissien. Le tracé des deux fleuves prend à ce moment l'allure actuelle. Le Garon, dans le tronçon sud de la vallée périphérique morte, s'organise en fonction de ce niveau : terrasse de Brignais 200m-210m.

6° Des lambeaux vers 195 sont perceptibles dans le cours épigénitique de Pierre-Scize et sur le Rhône, en dessous du hameau de La Pape.

7° Un lambeau complètement isolé à 180-183 apparaît au-dessus de Lyon-les-Terreaux, vers l'église Saint-Polycarpe.

8° La terrasse 175-180, dite *terrasse* de 15m, est extrêmement nette et peut être suivie à Villefranche et à la gare de Collonges, sur la Saône; à Pierre-Bénite sur la rive gauche du Rhône et en face, depuis Cusset jusqu'à Saint-Fons, où elle entaille l'extrémité de la nappe subordonnée de la glaciation würmienne. Cette terrasse est empruntée par les voies ferrées de Paris à Lyon et de Genève à Lyon, ce qui a nécessité la traversée de la ville en remblais. Sur la rive gauche du Rhône, autour de Villeurbanne, elle a été le site d'élection des faubourgs de la ville.

9° Le niveau actuel de la ville 167-170 forme une terrasse basse, qui se poursuit le long des berges des deux fleuves en amont et en aval.

10° Le niveau des bas-ports de la ville 164-167 donne celui de la plaine d'inondation.

Ajoutons enfin que la continuité de ces terrasses a pu être constatée en aval, dans la plaine de Valence.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Le rôle magnétique des océans et la constitution de l'écorce terrestre.* Note de M. **Alphonse Berget**, présentée par M. Ch. Lallemand.

Dans un original et remarquable travail publié en 1890, M. H. Wilde a décrit un appareil, qu'il a appelé le *Magnetarium* et qui reproduit la distribution du magnétisme terrestre à la surface du globe terrestre. Le principe de cet appareil consiste à se représenter le magnétisme *réel* de la Terre comme résultant de la combinaison de deux actions : celle du noyau central et celle de l'enveloppe extérieure, c'est-à-dire de l'*écorce* proprement dite.

Pour faire agir deux forces correspondant à ces deux actions, M. H. Wilde a réalisé deux systèmes concentriques, mobiles autour d'axes inclinés l'un sur l'autre d'un angle de 23°,5 et mises en rotation avec des vitesses inégales par une manivelle motrice unique. Chaque sphère est recouverte d'une couche de spires de fils conducteurs, formant ainsi une *bobine sphérique* et joue le rôle d'un aimant permanent quand le fil est parcouru par un courant. A la surface de la sphère extérieure sont collés les fuseaux qui figurent les terres et les mers du globe et donnent à l'instrument l'aspect classique d'une mappemonde. A l'aide d'une petite boussole de déclinaison, on peut déterminer, en chaque point de cette mappemonde, la valeur actuelle de la déclinaison, et, en faisant tourner convenablement la manivelle motrice, on peut, étant donnée l'inégalité des vitesses angulaires qu'elle communique aux axes des deux sphères concentriques, espérer reproduire les variations de cet élément, non plus seulement dans l'espace mais dans le temps.

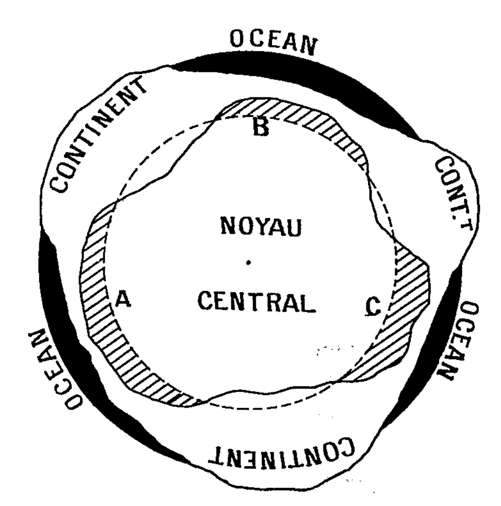
Les déterminations, faites sur l'instrument ainsi conçu et compris, ne reproduisirent que très imparfaitement les particularités de la distribution du magnétisme terrestre. M. H. Wilde eut alors l'idée de recouvrir de feuilles de tôle les parties de la mappemonde correspondant aux surfaces des océans; à partir de ce moment, le résultat fut aussi prodigieux qu'inattendu. Non seulement, grâce au décalage des rotations, les variations séculaires de la déclinaison furent reproduites fidèlement pour les trois stations de Londres, Sainte-Hélène et Capetown, mais encore la distribution actuelle et si capricieuse des isogones fut retrouvée avec tous ses détails, y compris les inflexions des isogones zéro, y compris l'ovale de déclinaison nulle de la Sibérie orientale et la courbe fermée de déclinaison minima à l'est du Pacifique. Une reproduction si fidèle d'un phénomène naturel si complexe est un fait absolument remarquable et qui ne permet pas de négliger les considérations qui ont permis de la réaliser.

Toutefois, on peut se demander à quoi correspond ce « rôle magnétique » joué par les océans, et qui semble inexplicable au premier abord. L'eau des mers n'a, en effet, pas de propriétés magnétiques, et il semble

difficile de comprendre l'équivalence des masses océaniques avec celles d'immenses plaques de fer d'égale étendue.

J'ai pensé qu'on pourrait expliquer ce fait si curieux en rapprochant des expériences de H. Wilde la si belle théorie de l'écorce terrestre suggérée il y a un demi-siècle par Airy, reprise par Pratt et formulée récemment sous une forme précise par M. Gabriel Lippmann (¹).

M. Lippmann suppose que l'écorce terrestre ne s'est solidifiée que par morceaux, chacun de ces morceaux étant analogue aux « scories » qui prennent naissance à la surface d'un bain de métal fondu, et flottant à la



surface du magma terrestre encore liquide. Peu à peu les scories se sont soudées les unes aux autres pour donner naissance à cette « marqueterie » qui constitue l'écorce, comme l'a si heureusement figuré de Lapparent. Mais chaque morceau, alors qu'il flottait seul, était une sorte de radeau, soumis à la loi de la poussée archimédienne. Si l'un de ces radeaux supportait une forte masse, devant devenir plus tard un continent, il devait avoir un « tirant d'eau » plus fort, et l'on conçoit que le radeau, portant ce qui devait être plus tard l'Himalaya, dût plonger plus profondément que celui qui portait la charge beaucoup plus faible d'un océan. L'écorce terrestre, d'après M. Lippmann, doit donc être plus mince sous les océans que sous les continents où elle sera plus épaisse.

D'autre part, on sait que les éléments qui constituent le noyau interne

(¹) G. Lippmann, *Sur la distribution de la matière à la surface de la Terre* (*Comptes rendus*, t. 136, 18 mai 1903, p. 1172 et 1173).

sont fortement magnétiques. Dès lors, si l'on explique, à l'aide de la théorie de M. Lippmann, les inégalités d'épaisseur de l'écorce terrestre, on voit que, sous les océans, se trouvera une épaisseur supplémentaire de matières magnétiques, par rapport à une surface parallèle au géoïde et rencontrant toutes les saillies inférieures de l'écorce correspondant aux parties immergées des fragments initiaux supportant les continents.

Une telle surface est figurée par un trait pointillé sur le schéma ci-joint et les masses magnétiques supplémentaires, correspondant aux plaques de tôle du *magnetarium*, se voient en A, B, C : elles sont donc appliquées sous les surfaces océaniques, et leur présence contre les surfaces des mers en explique ainsi simplement le rôle magnétique, mis en évidence d'une façon si inattendue par l'appareil de M. H. Wilde.

Remarquons que cette faiblesse de l'écorce au-dessous des mers explique fort bien l'abondance des volcans dans les grandes aires océaniques, et concorde avec la notion tétraédrique de l'écorce terrestre, dont les faces submergées figurent les dépressions où se sont logées les eaux.

SISMOLOGIE. — *Sur les tremblements de terre des provinces baltiques de la Russie (Esthonie, Livonie et Courlande).* Note de M. de **Montessus de Ballore**, présentée par M. Barrois.

Les tremblements de terre des provinces baltiques de la Russie (Esthonie, Livonie et Courlande), quoique rares et peu intenses, n'en sont pas moins intéressants parce qu'ils se produisent dans une région limitée de la plate-forme russe, si remarquable par l'absolue stabilité sismique de toutes ses autres parties. Doss s'est fait l'historien de ces séismes [1] et il leur applique à tous une même explication, celle de séismes par effondrements dus à la circulation des eaux souterraines. Ces territoires présentent à la vérité une topographie nettement carstique, quoique les phénomènes de surface soient plutôt limités à de nombreux bétoires, sans qu'il s'y rencontre de véritables dolines. Quoi qu'il en soit, l'observation prouve que ces bétoires se sont toujours formés très lentement et Doss n'a pu mettre en évidence aucun cas de coïncidence même simplement approchée entre les manifestations de l'un ou de l'autre phénomène.

(1) *Die historisch beglaubigten Einsturzbeben und seismisch-akustischen Phänomene der russischen Ostseeprovinzen* (*Beiträge z. Geoph.*, t. X, Heft 1, Leipzig, 1909) (et autres Mémoires).

L'explication invoquée n'est donc point corroborée par l'observation directe. On notera d'ailleurs que la théorie des tremblements de terre par écroulements souterrains, pour fréquemment soutenue qu'elle soit, n'a jamais été basée sur des faits précis et se réduit jusqu'à présent à de simples possibilités.

La répartition dans les trois provinces des foyers des séismes rapportés par Doss s'oppose aussi à l'hypothèse de cet auteur, car ils devraient se distribuer en majorité sur les couches de terrain primaire les plus exposées à la dissolution par la circulation souterraine, c'est-à-dire celles à dolomites ou à gypses. Ces couches se distribuent en bandes parallèles entre elles et dirigées de l'Est à l'Ouest. A partir du golfe de Finlande, vers le Sud, ce sont successivement : les sables et argiles du Cambrien ; les calcaires du Silurien inférieur ; les calcaires et dolomites du Silurien supérieur ; les grès et argiles du Dévonien moyen ; les dolomites et gypses du Dévonien moyen ; les grès, argiles et dolomites du Dévonien supérieur. Or les foyers se trouvent *exclusivement* au contact de la première et de la seconde bande et sur l'avant-dernière, c'est-à-dire respectivement et en nombres à peu près égaux tant sur une région moins favorable que sur une région plus favorable à la production des phénomènes carstiques. Pour cette nouvelle raison, l'hypothèse de Doss est écartée.

Peut-on ici invoquer les mouvements épirogéniques de l'époque glaciaire auxquels ont été dues les fluctuations de la Baltique (mer à Yoldia, lac à Ancylus, mer à Littorines), fluctuations qui ont affecté ces provinces ? Pas davantage, parce que les charnières ont dû être approximativement perpendiculaires aux bandes du terrain primaire et dès lors les foyers devraient être répartis au moins à peu près également sur ces bandes au lieu d'être exclusivement distribués sur deux d'entre elles.

Le seul fait qui peut-être pourrait mettre sur la voie de la théorie de ces tremblements de terre est le remarquable parallélisme qui existe entre les bandes successives du terrain primaire, entre les deux lignes de foyers sismiques plus haut signalées et entre les deux traits géographiques principaux de la région, à savoir les côtes du golfe de Finlande et le cours inférieur de la Dwina. Cette communauté de direction ne saurait être fortuite et doit être attribuée à quelque cause profonde dès longtemps en action et sans doute non étrangère à la production des tremblements de terre actuels. C'est tout ce qu'on peut suggérer pour le moment sur ces derniers phénomènes et avec certaine réserve.

HYDROLOGIE. — *Étude de la radioactivité des sources de Vichy et de quelques autres stations*. Note de MM. **A. Laborde** et **A. Lepape**, présentée par M. Ch. Moureu.

La radioactivité des principales sources de Vichy a été mesurée, en 1904 et en 1906, par P. Curie et l'un de nous (¹), à Paris, sur des produits expédiés des sources.

Les mesures qui font l'objet du présent travail, effectuées à Vichy au cours de l'année 1910, confirment, étendent et précisent les résultats antérieurs.

1° *Dosage de l'émanation du radium dans les eaux et dans les gaz.* — Nous nous sommes servis d'un électroscope Curie à feuille d'aluminium (²), monté sur un condensateur cylindrique d'un volume de 3^l, que nous avions étalonné avec une quantité connue d'émanation de radium.

Pour les mesures, l'eau (2^l ou 3^l) était additionnée de potasse et portée à l'ébullition (³) : les gaz ainsi dégagés étaient recueillis sur le mercure, puis étudiés comme les gaz spontanés du griffon, c'est-à-dire desséchés et introduits dans le cylindre d'ionisation.

Nous avons adopté, comme unité pratique d'émanation, le millimicrocurie, qui dérive de l'unité internationale (⁴), et vaut 10^{-9} curie.

Nous avons caractérisé l'émanation du radium par sa loi de destruction en fonction du temps, ainsi que par la loi de décroissance de sa radioactivité induite.

Nos résultats d'expériences sont réunis dans le Tableau suivant; nous y avons introduit, ainsi que l'a fait M. Brochet pour les sources de Plombières (⁵), les poids *minima* de radium (*puissance radioactive*) (⁶), capables

(¹) P. Curie et A. Laborde, *Comptes rendus*, 9 mai 1904, 25 juin 1906.

(²) P. Curie, *Œuvres*, p. 591. — C. Chéneveau et A. Laborde, *Journal de Phys.*, mars 1909.

(³) P. Curie et A. Laborde, *Comptes rendus*, 25 juin 1906.

(⁴) *Congrès international de Radiologie* (Bruxelles, 1910). *Remarque :* les nombres qui figurent dans le *Traité de Radioactivité* de Mme P. Curie (t. II, p. 497) sont exprimés en milligramme-minute de bromure anhydre ($RaBr^2$) dans 10^l (1 milligramme-minute d'émanation de $Ra\,Br^2 = 73,4.10^{-9}$ curie).

(⁵) Brochet, *Comptes rendus*, 10 janvier 1910.

(⁶) Les débits des sources, en eau et en gaz, nous ont été communiqués par la Compagnie de Vichy.

de soutenir, d'une façon continue, les débits totaux d'émanation de chaque source. (1^{mg} de radium engendre, par minute, et régulièrement, 125 millimicrocuries d'émanation.)

Nom de la source.	Temp.	Eau. Radioactivité 10^{-9} curie par litre.	Eau. Débit en litres par min.	Eau. Puissance radioactive milligr. Ra.	Gaz. Radioactivité 10^{-9} curie par litre.	Gaz. Débit en litres par min.(1).	Gaz. Puissance radioactive milligr. Ra.
Chomel	43°,6	0,653	75,23	0,393	4,10	De 10 à 100	3,17 environ
Célestins (galerie)	»	0,653	»	»	»		
Célestins (embouteillage)	15	0,528	99,05	0,418	1,58		
Mesdames	16,5	0,169	7,7	0,010	0,77		
Lucas	27,8	0,147	18,72	0,022	»		
Boussange	41,5	0,103	417,63	0,343	0,602	1000 env.	4,82 env.
Grande Grille	41,7	0,066	34,90	0,018	0,300	De 10 à 100	0,19 environ
Hôpital	33,8	0,022	30,12	0,005	0,140		
				1,209			

Voici maintenant les radioactivités de quelques autres sources, récemment étudiées :

Stations et sources.	Eau. Radioactivité 10^{-9} curie par litre.	Eau. Débit en litres par minute.	Eau. Puissance radioactive milligr. Ra.	Gaz. Radioactivité 10^{-9} curie par litre.	Gaz. Débit en litres par minute.	Gaz. Puissance radioactive milligr. Ra.
La Bourboule (S. Choussy)	22,9	400	73,28	141,5	58	65,65
Beaucens (S. de la Grange)	3,03	»	»	10,36	0,037	0,003
Santenay (S. Carnot)	1,53	58,3	0,716	4,62	0,34	0,012
Audinac (S. Chaude)	0,14	»	»	0,59	0,02	0,00009

2° *Dosages du radium dans les dépôts et dans les résidus d'évaporation.* — Ces dosages ont été effectués à Paris, au laboratoire de M. Ch. Moureu.

Les teneurs en radium ont été déterminées par la méthode de l'émanation, après avoir obtenu en solution (attaques par les acides et fusions alcalines) la totalité de l'échantillon (50^{g}) utilisé.

Sources de Vichy.	Ra en g par g.
Grande Grille (dép. ferrug.)	0, 67.10^{-9}
Chomel (dépôt ferrugin.)	0, 25.10^{-9}
Hôpital (dépôt noir)	0, 70.10^{-9}
Résidus d'évaporation	0,116.10^{-9}
Sels bruts de la pastillerie	néant

Autres sources.	Ra en g par g.
Néris (dépôt noir)	0,95.10^{-9}
Luxeuil (boue manganésif.)	0,66.10^{-9}
Santenay (dépôt de la source Carnot)	1, 5.10^{-9}

(1) Les débits gazeux sont mal définis; les nombres qui nous ont été communiqués diffèrent suivant leur origine.

Ces diverses teneurs, toutes de l'ordre du milligramme de radium par tonne de matière, sont environ 100 à 1000 fois supérieures à la richesse moyenne en radium des roches ignées ou sédimentaires ($1,5.10^{-12}$ gr. radium par gramme de roche).

3° *Recherche du thorium (ou du radiothorium) dans les dépôts de quelques sources.* — Nous avons recherché l'émanation du thorium, soit dans les produits bruts, pulvérisés ou dissous, soit dans les hydrates précipités après élimination du radium.

Notre méthode (entraînement de l'émanation par un courant d'air dans un condensateur cylindrique) nous permettait de déceler 7.10^{-4} gr. d'oxyde de thorium par gramme de produit étudié.

Dans ces conditions, nous n'avons pas pu observer, à Vichy, la présence de thorium dans les produits suivants :

Dépôts des sources : Grande Grille, Chomel, Hôpital, produits d'évaporation des eaux, à la pastillerie.

Pour d'autres sources, Néris et Luxeuil, par exemple, nous avons pu obtenir les résultats suivants :

Luxeuil (boue manganésifère)..	5.10^{-3} gr. thorium par gramme.
Néris (dépôt noir)............	1.10^{-3} gr. »

Ces proportions de thorium sont environ 100 fois plus grandes que celles des roches communes ($0,5$-10^{-5} gr. à 5.10^{-5} gr. thorium par gramme).

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Géométrie présente, par l'organe de son Doyen, M. Jordan, la liste suivante de candidats à la place vacante par le décès de M. *Henri Poincaré* :

En première ligne. . . . . M. **Hadamard**

En deuxième ligne, par ordre alphabétique. . . . . MM. **Borel**, **Goursat**

En troisième ligne, par ordre alphabétique. . . . . MM. **Guichard**, **Lebesgue**

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 6 heures.

Ph. v. T.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 2 décembre 1912.

Deuxième expédition antarctique française (1908-1910), commandée par le Dr Jean Charcot. *Sciences physiques : Documents scientifiques. Cartes.* Masson et Cie, 1912; 1 étui in-4° contenant onze cartes. (Présenté par S. A. S. le Prince de Monaco.)

Poincaré, par Jean Bosler. (Extr. du *Bulletin de la Société des Amis de l'École Polytechnique;* numéro d'octobre 1912.) Paris, Paul Dupont, 1912; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Deslandres.)

Carte géologique détaillée du Bassin houiller du Donetz; feuille VI-21, avec sa *Description*, par V. SOKOLOV. Saint-Pétersbourg, 1911; 1 fasc. in-f° et 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Ph. van Tieghem.)

Flore fossile des Schistes de Menat (*Puy-de-Dôme*), par LOUIS LAURENT. (*Annales du Musée d'Histoire naturelle de Marseille :* Géologie, t. XIV, 1912.) Marseille, Moullot fils aîné, 1912; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Zeiller. Hommage de l'auteur.)

Der Deckenbau der östlichen Nordalpen, von LEOPOLD KOBER; mit 7 Textfiguren, 2 Karten und 1 Tafel. Vienne, Alfred Hölder, 1912; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Termier.)

La théorie des ions et l'électrolyse, par AUGUSTE HOLLARD; 2e édition, entièrement refondue. Paris, Gauthier-Villars, 1912; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. A. Haller.)

Réflexions de mécanique générale sur l'univers et la matière, par E.-E. MARCHAND BEY. Chez l'auteur, à Chatou (Seine-et-Oise), 1912; 1 fasc. in-8°.

Sull' umidità atmosferica in Milano nei decenni 1880-89, 1890-99, 1900-09; Nota di GIOVANNI FORNI. (*Pubblicazioni del Reale Osservatorio astronomico di Brera in Milano*, N° XLIX.) Milan, Ulrico Hoepli, 1912; 1 fasc. in-4°.

Bibliography of the Geology and Mineralogy of tin, by FRANK-L. HESS and EVA HESS. (*Smithsonian Miscellaneous Collections;* t. LVIII, n° 2.) Washington, 1912; 1 vol. in-8°.

Annalen der Kaiserlichen Universitäts-Sternwarte in Strasburg, herausgegeb. v. dem Director der Sternwarte J. BAUSCHINGER; Bd. IV, Teil 3. Karlsruhe, 1912; 1 vol. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 18 novembre 1912.)

Note de M. *Jules Amar*, Les lois du travail professionnel : expériences sur l'art du limeur :

Page 1035, ligne 33, *au lieu de* 65000^{kg}, *lire* 65000^{kgm}.
id. ligne 35, *au lieu de* kilogramme, *lire* kilogrammètre.

N° 23.

TABLE DES ARTICLES (Séance du 2 Décembre 1912).

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ÉLECTIONS.

NOMINATIONS.

CORRESPONDANCE.

N° 23.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

50192 PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : Gauthier-Villars.

1912

DEUXIÈME SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME 155.

N° 24 (9 Décembre 1912).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1912

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

Article 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Toute Note manuscrite d'un Membre de l'Académie ou d'une personne étrangère ne pourra paraître dans le *Compte rendu* de la semaine que si elle a été remise le jour même de la séance.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Les *Comptes rendus* ne reproduisent pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si lés Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

Article 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

Article 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin ; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

Article 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* ne contiennent ni planches, ni figures.

Dans le cas exceptionnel où des figures seraient autorisées, l'espace occupé par ces figures comptera pour l'étendue réglementaire.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

Article 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

ACADÉMIE DES SCIENCES

SÉANCE DU LUNDI 9 DÉCEMBRE 1912.

PRÉSIDENCE DE M. LIPPMANN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ÉLECTRICITÉ. — *Essai d'évaluation de la cohésion diélectrique d'un gaz rare, avec de petites quantités de matière.* Note de M. E. Bouty.

Pour être précise, la mesure de la cohésion diélectrique d'un gaz rare exige l'emploi de 200^{cm^3} à 250^{cm^3} de gaz. Serait-il possible d'obtenir, sinon des nombres très exacts, au moins des indications approximatives avec de petites quantités de matière ?

Si, dans le champ uniforme d'un condensateur, on remplace le ballon plat de mes expériences antérieures par une petite ampoule de 1^{cm} de diamètre, par exemple, on peut encore observer, au centre de l'ampoule, au moment de la production (et souvent aussi de la suppression) d'un champ suffisamment intense, comme une étoile minuscule, parfois assez brillante, mais dont l'apparition est trop irrégulière pour se prêter à des recherches systématiques. Ce n'est qu'en donnant au petit ballon un diamètre de $2^{cm},5$ à 3^{cm} qu'on arrive à percevoir, d'une manière régulière, des lueurs offrant une étendue sensible et dont l'observation devient presque aussi aisée que celle des grandes lueurs habituelles.

Voici le dispositif auquel je me suis arrêté :

Un petit ballon de 3^{cm} de diamètre extérieur est en relation, par un tube capillaire, avec un manomètre à air libre de 2^{mm} de diamètre, muni d'une cuvette mobile. La branche du manomètre en relation avec le ballon porte, à sa partie supérieure, une série de renflements de capacités telles que, quand, par la manœuvre de la cuvette, on oblige le mercure à remplir successivement ces renflements, du plus bas, qui est le plus

grand, au plus haut, qui est le plus petit, la pression du gaz refoulé dans le ballon croît sensiblement en progression arithmétique. L'appareil ne comporte que deux robinets, l'un pour l'introduction, l'autre pour l'extraction du gaz. 5^{cm^3} à 6^{cm^3} de gaz, mesurés sous la pression atmosphérique, suffisent pour opérer dans un large intervalle où le champ critique efficace y est relié à la pression p par une formule linéaire :

$$y = A + Bp. \tag{1}$$

Les expériences ont porté sur divers échantillons de néon, d'hélium, d'argon, ainsi que sur l'hydrogène et l'air. Elles ont permis de relier les valeurs de B (cohésion diélectrique apparente) fournies par l'appareil, aux valeurs correspondantes de la cohésion diélectrique vraie b, par la formule empirique

$$B = 1,165\,b + 6 \tag{2}$$

applicable de $b = 7$ (cohésion du néon le moins impur employé dans ces expériences) à 419 (cohésion de l'air).

Nous avons donc réussi à réduire dans le rapport de 1 à 40 ou 50 la masse de gaz nécessaire aux expériences et l'on peut dire que le problème posé est résolu pratiquement, de manière qu'on puisse suivre les diverses phases de la purification d'un gaz rare, ou même fixer grossièrement les proportions des composants d'un mélange de deux gaz connus. Mais il faut se garder d'attribuer trop d'importance aux formules empiriques auxquelles nous sommes arrivés.

Le problème général qu'il s'agirait d'étudier consisterait à chercher la valeur du champ extérieur y susceptible de produire une illumination *visible* au sein d'une masse de gaz de forme et de dimensions déterminées et à une pression connue, contenue dans une enveloppe formée d'un diélectrique plus ou moins imparfait d'épaisseur donnée. L'expérience nous a seulement conduits aux conclusions suivantes :

Pourvu que le volume de la masse gazeuse ne soit pas trop petit et à partir d'une pression p assez grande, le champ y est pratiquement représenté par une fonction linéaire de la pression. Les deux constantes A et B, entrant dans l'expression de cette fonction linéaire, peuvent, *a priori*, dépendre de la nature du gaz et aussi de la forme, de l'épaisseur et des propriétés diélectriques de la paroi.

C'est seulement dans le cas de couches gazeuses très étendues en largeur et en épaisseur que la constante B, qui se confond alors avec la cohésion vraie b, devient une constante spécifique du gaz, très sensiblement indépendante de tout autre élément.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'emploi du manomètre à l'étude de la respiration des plantes.* Note de MM. L. **Maquenne** et E. **Demoussy**.

Lorsqu'on enferme une feuille dans un espace clos à température constante, il est clair que la pression intérieure doit varier en raison du rapport qui existe entre le volume de l'oxygène qu'elle absorbe et celui de l'acide carbonique qu'elle exhale. Si ce dernier gaz se dégageait en totalité, la pression du mélange devrait augmenter toutes les fois que le quotient respiratoire est plus grand que 1, diminuer au cas contraire, et l'on aurait ainsi, dans la lecture d'un simple manomètre, un moyen direct de savoir si pendant leur respiration les tissus végétaux s'enrichissent ou s'appauvrissent en oxygène.

Mais le problème est loin d'être aussi simple, nous savons notamment qu'une partie relativement importante de l'acide carbonique reste en dissolution dans le suc cellulaire. La pression doit donc rester toujours inférieure à celle qui se développerait au cas de son dégagement total, en sorte que sa seule mesure, effectuée dans des conditions mal définies, ne peut nous fournir aucun renseignement sur la vraie valeur du quotient respiratoire, non plus que sur les variables qui l'influencent.

Le calcul va nous permettre de l'utiliser en nous faisant connaître les rapports qui existent entre ces changements de pression, la densité de chargement et le coefficient d'absorption des feuilles mises en expérience.

Soient V le volume intérieur de l'appareil, a et b les volumes respectifs du gaz carbonique *produit* et de l'oxygène absorbé dans l'unité de temps sous la pression normale, $m = \frac{a}{b}$ le coefficient respiratoire normal, δ la densité de chargement et h la variation de pression.

Le volume de l'acide carbonique émis pendant le temps t est $\frac{at(1-\delta)}{1-\delta+c\delta}$, celui de l'oxygène consommé bt et, si l'on pose $b = K\delta$, la différence

$$\frac{at(1-\delta)}{1-\delta+c\delta} - bt = \frac{K\delta t[(m-1)(1-\delta)-c\delta]}{1-\delta+c\delta}$$

mesure la variation de volume, d'où, en rapportant celle-ci à la capacité disponible V $(1-\delta)$ et négligeant la tension de vapeur d'eau

$$\frac{h}{760} = \frac{K\delta t[(m-1)(1-\delta)-c\delta]}{V(1-\delta)(1-\delta+c\delta)}.$$

Cette égalité montre que, pour une densité de chargement quelconque, h est à la fois fonction de m et de c, négative si $(m-1)(1-\delta) < c\delta$, positive au cas contraire. Il existe donc toujours une valeur de δ qui, pour un coefficient d'absorption déterminé et un quotient respiratoire $m > 1$, donne $h = 0$; pour toute densité de chargement supérieure à ce nombre on doit trouver une diminution de pression, et pour toute autre une augmentation. C'est ce que l'expérience vérifie de la façon la plus nette, et si les auteurs qui se sont préoccupés des changements de pression qui se produisent dans

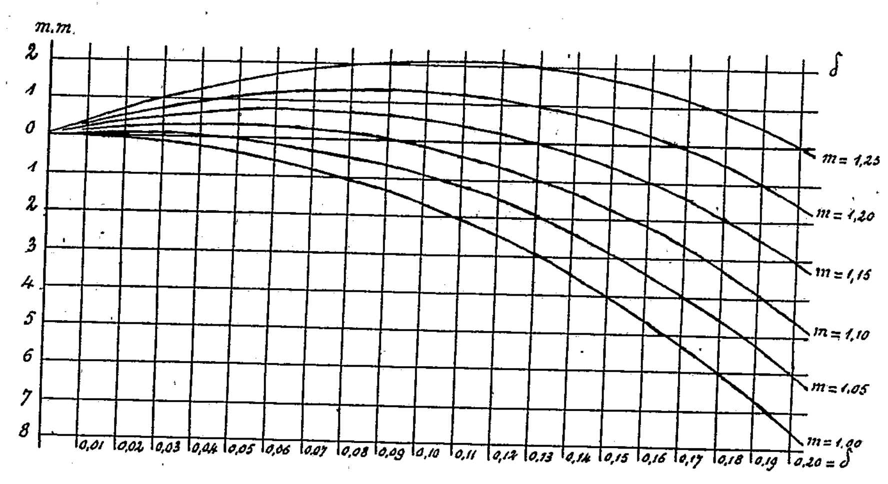


Fig. 1. Variations de pression pour $c = 1$.

la méthode de l'air confiné les ont en général trouvés négatifs, c'est uniquement parce qu'ils ont opéré sous des densités de chargement trop fortes ou qu'ils ont prolongé l'expérience au delà du temps à partir duquel le quotient respiratoire commence à décroître, et ce temps est parfois extrêmement court.

Nous avons fait le calcul pour les principaux coefficients d'absorption que l'on rencontre en pratique; les figures 1 et 2 donnent, en millimètres de mercure, l'allure générale du phénomène pour $c = 1$ et $c = 2$, ce qui correspond sensiblement aux températures de 30° et 15°.

Ces courbes montrent que, pour observer un accroissement de pression dans le cas d'un quotient respiratoire compris entre 1,05 et 1,10, la densité de chargement ne doit pas dépasser 0,025 à 0,030; le mieux est d'opérer avec $\delta = 0,01$ ou $0,02$, soit 1^g à 2^g de feuilles pour 100^{cm^3}.

Dans ces conditions les échanges gazeux sont faibles, ainsi que les changements de pression qui en résultent; aussi faut-il, pour les mesurer, faire

usage de dispositifs spéciaux. Nous employons à cet effet un système différentiel formé de deux vases cylindriques d'environ 150^{cm^3} de capacité chacun, dont les parois sont mouillées intérieurement pour assurer la saturation de leur atmosphère, et que l'on réunit par un tube étroit, recourbé en U de

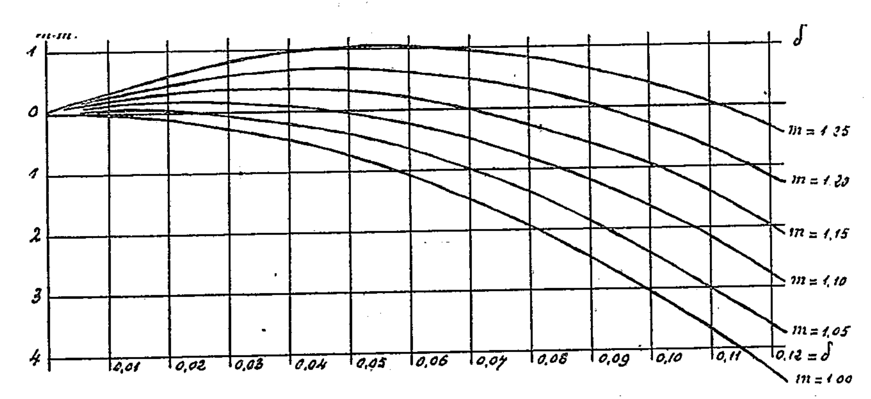


Fig. 2. Variations de pression pour c = 2.

façon à former manomètre à eau. On place les feuilles dans l'un d'eux et l'on immerge le tout, horizontalement, dans un bain d'eau réglé par un bon thermostat (*fig.* 3).

On évite ainsi les irrégularités qu'occasionnent, dans un appareil non

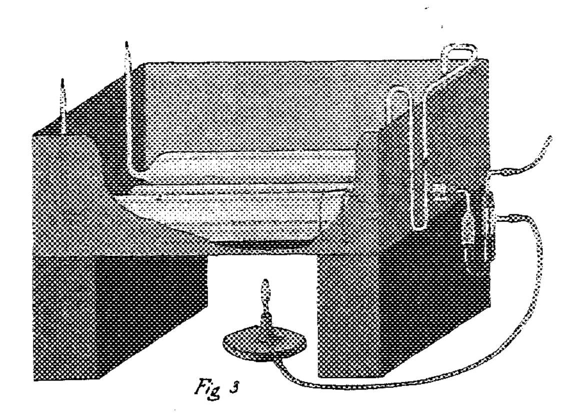


Fig 3

hermétique, les variations du baromètre et les oscillations presque inévitables de la température, qu'autrement il faudrait maintenir fixe à quelques millièmes de degré près; il faut d'ailleurs, avant de fermer les tubes et de commencer les observations, attendre 30 minutes à 45 minutes pour être certain que l'équilibre de température s'y est bien établi. La sensibilité de l'appareil est un peu moindre que si le manomètre débouchait à l'air libre, mais nous

ne l'avons jamais employé qu'à titre qualitatif et non quantitatif, c'est-à-dire comme simple indicateur du sens et de la vitesse du phénomène.

A ce seul point de vue, la méthode est précieuse, car elle permet de s'assurer rapidement et sans ambiguïté possible que tel ou tel quotient respiratoire possède une haute ou une faible valeur ; elle perd un peu de sa netteté quand ce quotient est peu supérieur à l'unité, compris, par exemple, entre 1,01 et 1,03, parce que, dans ces conditions, il faut employer une densité de chargement très faible et que le dégagement d'acide carbonique se trouve réduit d'autant ; cependant elle peut encore servir avec avantage si l'intensité respiratoire à 30° ne descend pas au-dessous de $0^{cm^3},2$ d'acide carbonique par gramme-heure, car pour $\frac{CO^2}{O} = 1$ il doit alors se produire, d'après le calcul, une dépression voisine de 1^{mm} d'eau en 2 heures, ce qui est nettement appréciable. Si donc le manomètre monte ou reste immobile dans ces circonstances, on peut affirmer que $\frac{CO^2}{O} > 1$.

Le même appareil fait connaître avec exactitude les variations que subit le quotient respiratoire avec le temps, en particulier sa décroissance rapide chez les feuilles qui s'épuisent vite; on voit alors la pression augmenter au début, puis rester stationnaire et finalement diminuer jusqu'à devenir inférieure à sa valeur initiale. C'est une nouvelle vérification des faits que nous avons signalés dans notre première Note, et dont on voit des preuves évidentes dans le Tableau ci-contre, au sujet du Lilas, de l'Oseille, du Poirier et de l'Aucuba très jeunes.

Inversement, dans le cas de la Joubarbe, dont les feuilles charnues respirent peu et renferment des réserves considérables, l'accroissement de pression se maintient longtemps : dans l'exemple cité, il a été trouvé de $7^{mm},5$ après 7 heures et 14^{mm} après 21 heures.

On peut l'employer enfin à faire voir, ce que nous avons déjà établi autrement, que le coefficient d'absorption c diminue quand la température s'élève; il suffit, pour cela, d'opérer avec une densité de chargement voisine de celle qui correspond à $h = 0$. Si l'on refroidit, la pression diminue, tandis qu'au contraire elle augmente si l'on chauffe davantage; il est vrai qu'un pareil changement peut résulter d'une augmentation notable du quotient respiratoire avec la température.

Dans le Tableau suivant on remarquera tout particulièrement l'exemple du Fusain, qui montre l'influence considérable qu'exercent la densité de chargement et la température sur le mouvement du manomètre; la densité 0,09 avait été calculée à l'avance comme devant conduire à l'invariabilité de la pression à 35°.

	$\frac{CO^2}{O}$.	T.	δ.	Pression en millimètres d'eau après 15m.	30m.	1h.	1h30m.	2h.	3h.
Fusain du Japon (hiver).	1,05 à 1,08	35°	0,02	+0,75	+ 1,25	+ 2,50	+ 3,00	+3,25	»
		35	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	»
		35	0,20	−9,00	−17,00	−25,00	−33,00	»	»
		26	0,10	−0,50	− 1,50	− 3,50	− 5,50	»	»
		21	0,10	−2,50	− 5,50	− 9,50	−15,00	»	»
Joubarbe (hiver)..	1,09	25	0,027	»	»	»	»	+2,50	»
Aucuba jeune.....	1,13	25	0,025	»	+ 3,25	+ 6,00	+ 7,25	+8,75	+ 8,75
Lilas jeune.......	1,10	25	0,025	»	+ 2,75	+ 2,75	− 1,75	−4,50	»
Oseille jeune......	1,09	25	0,025	»	+ 3,00	+ 3,25	+ 1,75	−1,25	− 7,25
Poirier jeune.....	1,10	25	0,020	+1,25	+ 2,00	+ 3,00	+ 3,00	+2,25	»
Rhubarbe........	1,06	35	0,022	+1,00	+ 1,75	+ 3,75	+ 5,50	+7,00	+10,25

Donc, en résumé, la pression ne diminue pas toujours, comme on le croit généralement, quand on maintient un organe végétal en vase clos; on la voit, au contraire, fréquemment augmenter, pourvu qu'on ait soin de se tenir entre les limites prévues où cette augmentation est possible, et surtout si l'on opère à haute température, vers 30°, c'est-à-dire dans des conditions telles que le quotient respiratoire atteigne son maximum, s'il est sensible à cette influence, et que le coefficient d'absorption soit en même temps réduit à une faible valeur.

Cette seule constatation suffit à établir que le quotient respiratoire normal, à la température de 25° ou 30°, doit être le plus souvent supérieur à 1; l'expérience directe nous a montré qu'il en est bien réellement ainsi et l'emploi du manomètre, dans les conditions indiquées ci-dessus, constitue un moyen de contrôle qui est d'autant plus sûr que son observation ne comporte aucune cause d'erreur expérimentale. Nous l'avons constamment employé dans les cas douteux, ceux entre autres où les deux méthodes du vide et du déplacement donnent des valeurs discordantes, pour les raisons que nous avons fait connaître précédemment et qu'il nous a puissamment aidés à découvrir. Il ne pourrait y avoir incertitude que si le quotient respiratoire diminuait assez vite pour s'être déjà abaissé pendant la demi-heure d'attente que nécessite l'égalisation des températures dans toutes les parties de l'appareil; c'est un cas que nous n'avons jamais rencontré [1].

[1] Nous signalerons, en passant, une erreur qui s'est glissée dans notre précédente Communication : dans le deuxième Tableau, page 1059, à propos du *Cotyledon ramosissima*, *au lieu de* 0,05, *il faut lire* 1,05.

M. **Ch. Lallemand** présente à l'Académie une adaptation en français, par M. *Ch. Rabot*, de la relation faite, par le capitaine Roald Amundsen, de son voyage « Au pôle Sud ».

Partie, le 19 octobre 1911, de la station d'hivernage située sur la Grande Barrière antarctique, la caravane atteignait le pôle dès le 15 décembre 1911, soit environ 2 mois plus tard, y séjournait le 16 et le 17, et faisait, pendant une période ininterrompue de 24 heures, des observations astronomiques à l'effet de fixer, aussi exactement que possible, la position géographique du site.

Le calcul ultérieur de ces observations a donné, pour le point en question, les coordonnées suivantes :

89° 58',5 de latitude Sud,
60° de longitude Est de Greenwich.

Toutefois, dans une reconnaissance effectuée le 17, deux membres de l'expédition auraient passé à quelques centaines de mètres seulement du pôle.

Parmi les observations importantes faites par le capitaine Amundsen, au cours de son remarquable voyage, il faut citer les preuves multiples, relevées par lui, du caractère continental de l'énorme glacier qui occupe la partie la plus méridionale de la mer de Ross, entre la Terre Édouard VII et la Terre Victoria. Les précédents voyageurs l'avaient, au contraire, présenté comme une nappe flottante.

Les nombreuses collections rapportées par l'expédition montrent que le puissant relief qui entoure le pôle antarctique repose sur un soubassement archéen.

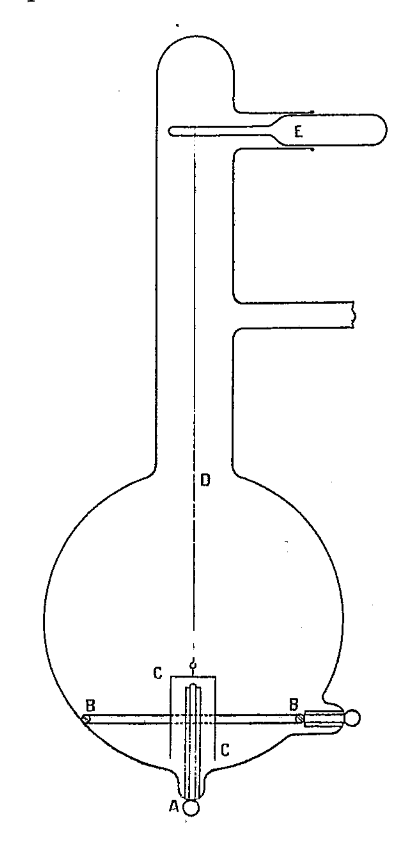
ÉLECTRICITÉ. — *Une expérience nouvelle sur les rotations ionomagnétiques.* Note de M. **A. Righi.**

J'ai donné ce nom aux mouvements de rotation qui se produisent lorsque, sur un corps pouvant tourner aisément autour d'un axe et placé dans un gaz raréfié et ionisé, on fait agir un champ magnétique dirigé suivant ledit axe.

Les trajectoires des ions (et des électrons) entre deux chocs successifs deviennent alors curvilignes (des hélices si le champ est uniforme), et les

directions des chocs sur la surface du corps mobile s'inclinent toutes dans un même sens, d'où la rotation.

Comme je l'ai expliqué ailleurs, les rotations ainsi observées ne sont que l'effet différentiel des actions de sens contraires dues aux ions des deux espèces. Ainsi ce n'est qu'en ionisant fortement le gaz, particulièrement au



moyen de puissantes étincelles, qu'on obtient des rotations assez marquées, dans un sens ou dans l'autre suivant les circonstances.

Il est clair que les rotations ionomagnétiques deviendraient beaucoup plus considérables, même avec faible ionisation du gaz, s'il était possible de supprimer les ions de l'un des deux signes. Or j'ai obtenu un résultat analogue tout simplement en électrisant le corps mobile, qui alors peut jouer le rôle d'électrode. Si, par exemple, on le charge négativement, ce seront seulement les ions positifs qui pourront produire leur effet, les particules négatives étant pour la plupart repoussées.

L'expérience peut se faire comme suit :

Dans un tube à décharge contenant de l'air à quelques dixièmes ou centièmes de millimètre de pression, un des électrodes est constitué par un large anneau horizontal en fil métallique BB pendant que l'autre est formé par un cylindre d'aluminium très mince CC suspendu à un fil D, dont la direction passe par le centre dudit anneau et par l'axe d'une bobine placée au-dessous, et destinée à créer le champ magnétique.

Si le fil de suspension est métallique (quelques centièmes de millimètre de diamètre), c'est par là que le courant fourni par une machine à influence ou par une batterie d'accumulateurs, etc., pourra arriver au cylindre. En ce cas, la rotation est bientôt arrêtée par la torsion du fil; mais un tel arrangement se prête bien à des expériences de mesure.

Si, au contraire, on emploie pour la suspension un simple fil de cocon, l'électricité pourra parvenir au cylindre par un fil métallique A soudé au fond du tube, entouré par du verre jusqu'à son extrémité supérieure, et qui, pénétrant dans le cylindre (qui est ouvert en bas) arrive presque à toucher intérieurement sa base supérieure. En ce cas, même avec l'ionisation relativement faible qui existe lorsque le courant a $\frac{2}{10}$ ou $\frac{3}{10}$ de milliampère, j'ai obtenu des rotations très marquées, comme je l'avais prévu.

Naturellement, le sens de la rotation change, soit qu'on invertisse le sens du courant dans la bobine, soit qu'on invertisse les signes des deux électrodes.

Des variantes de l'expérience que je viens de décrire seront exposées dans un Mémoire futur.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Membre de la Section de Géométrie, en remplacement de M. *H. Poincaré*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre de votants étant 57,

M. Hadamard obtient. . . . . 36 suffrages
M. Goursat » . . . . 21 »

M. **Hadamard**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Son élection sera soumise à l'approbation de M. le Président de la République.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse ampliation du Décret qui autorise l'Académie des Sciences à accepter la donation entre vifs qui lui a été faite par M. et Mme *de Rufz de Lavison*.

M. **Ph.-A. Guye**, élu Correspondant pour la Section de Chimie, M. **Balland**, élu Correspondant pour la Section d'Économie rurale, adressent des remercîments à l'Académie.

Mme **Banda-Legrain**, MM. **Maurice Arthus**, **Conor**, **Delauney**, **Henri Fabre**, **Ferrié**, **Noël Fiessinger**, **Victor Garnier**, **Kobold**, **Maurice Langeron**, **Eugène Léger**, **Lisbonne**, **F. Le Page**, **François Maignon**, **Nicolle**, **V. Pachon**, **Parisot**, **Gabriel Petit**, **Portier**, **R. Robinson**, **A. Schaumasse**, **Troussaint**, **E. Wertheimer**, **Will Darvillé** adressent des remercîments pour les distinctions que l'Académie a accordées à leurs travaux.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Deutsches Museum. Lebensbeschreibungen und Urkunden : Georg von Reichenbach, von Walther v. Dyck.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Dissipation et discontinuité de l'énergie.* Note (1) de M. **Décombe**, présentée par M. Appell.

Nous énoncerons le Principe de l'indépendance de l'état de repos ou de mouvement sous la forme suivante :

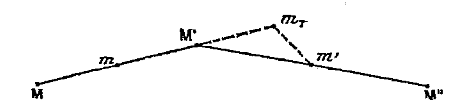
Soient : M, M′, M″ *les trois positions d'un mobile aux instants* t, $t+\Delta t$, $t+2\Delta t$; *m et m′ les points milieux de* MM′ *et de* M′M″; $mm_1 (= \mathrm{MM}')$ *un vecteur partiellement superposé à* MM′ *et de même sens que lui. Le vecteur* $m_1 m'$

(1) Présentée dans la séance du 2 décembre 1912.

représente l'action de la force motrice agissant seule, à partir du repos, pendant le temps Δt, SUR LE POINT M' (¹). *Ce dernier vecteur est une fonction des seules coordonnées du point* M'.

Pour Δt infiniment petit, on retrouve l'énoncé classique; mais il est essentiel de remarquer qu'on ne peut supposer Δt infiniment petit, ni introduire la vitesse et l'accélération instantanées sans admettre que les coordonnées x, y, z du mobile sont des fonctions continues du temps admettant des dérivées premières et secondes également continues.

Or cette hypothèse, sur laquelle est implicitement fondée toute la Mécanique classique, n'est pas susceptible de vérification directe, l'imperfection



de nos moyens d'observation, bien inférieurs à ceux du démon de Maxwell, ne nous permettant pas de suivre, dans ses détails ultimes, le mouvement d'un point matériel et de discerner les très petites discontinuités dont il pourrait être affecté.

Le contrôle d'une telle hypothèse ne peut donc se faire qu'indirectement, *a posteriori*, en en comparant les résultats à ceux de l'expérience. Or cette comparaison est décisive. L'énoncé classique ne reconnaît que des forces fonction des seules coordonnées instantanées x, y, z du mobile; il est donc impuissant à rendre compte, par exemple, des forces de viscosité et de frottement et, plus généralement, des résistances passives que l'expérience nous révèle fonctions des vitesses.

On est ainsi conduit à supposer que, dans ce cas, le mouvement est sans doute affecté de très petites discontinuités qui ne tombent pas directement sous l'observation. Il n'est pas d'ailleurs nécessaire qu'il s'agisse de véritables discontinuités mathématiques. Il suffit que le mouvement subisse de très petites et très rapides variations, comme le seraient, par exemple, celles qui résulteraient du mouvement brownien du point matériel le long de sa trajectoire.

Voyons ce qu'on peut alors tirer, dans ce cas, de l'énoncé, sous forme finie, par lequel nous avons exprimé, au début de cette Note, l'indépendance de l'état de repos ou de mouvement.

(¹) Je dis : SUR LE POINT M', c'est-à-dire sur le mobile *occupant la position* M'.

Cet énoncé se traduit immédiatement par les relations :

$$(1)\quad \begin{cases} m\dfrac{\Delta^2 x}{\Delta t^2} = X(x+\Delta x, y+\Delta y, z+\Delta z), \\ m\dfrac{\Delta^2 y}{\Delta t^2} = Y(x+\Delta x, y+\Delta y, z+\Delta z), \\ m\dfrac{\Delta^2 z}{\Delta t^2} = Z(x+\Delta x, y+\Delta y, z+\Delta z), \end{cases}$$

dans lesquelles $X(x, y, z)$, $Y(x, y, z)$, $Z(x, y, z)$ désignent trois fonctions de x, y, z, que nous supposerons continues et développables par la formule des accroissements finis. On obtient alors :

$$(2)\quad \begin{cases} m\dfrac{\Delta^2 x}{\Delta t^2} = X(x, y, z) + \Delta x\dfrac{\partial X}{\partial x} + \Delta y\dfrac{\partial X}{\partial y} + \Delta z\dfrac{\partial X}{\partial z} + \dfrac{\Delta x^2}{1.2}\dfrac{\partial^2 X}{\partial x^2} + \ldots \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{cases}$$

Or nous pouvons admettre que, pour l'observateur extérieur, incapable de discerner les très petites discontinuités que nous attribuons à x, y, z et à leurs dérivées, les quotients $\frac{\Delta x}{\Delta t}$, $\frac{\Delta y}{\Delta t}$, $\frac{\Delta z}{\Delta t}$, $\frac{\Delta^2 x}{\Delta t^2}$, ... sont assimilables à de véritables dérivées $\left(\frac{dx}{dt}, \frac{dy}{dt}, \frac{dz}{dt}, \frac{d^2 x}{dt^2}, \ldots\right)$ *moyennant une valeur convenable* τ *de la très petite quantité* Δt (¹), valeur qu'il appartiendra à l'expérience de déterminer.

Dans ces conditions, si l'on pose :

$$(3)\qquad \Delta x = \tau\frac{dx}{dt}, \qquad \Delta y = \tau\frac{dy}{dt}, \qquad \Delta z = \tau\frac{dz}{dt},$$

les équations (2) prennent la forme :

$$(4)\quad \begin{cases} m\dfrac{d^2 x}{dt^2} = X(x, y, z) + \tau\dfrac{\partial X}{\partial x}\dfrac{dx}{dt} + \tau\dfrac{\partial X}{\partial y}\dfrac{dy}{dt} + \tau\dfrac{\partial X}{\partial z}\dfrac{dz}{dt} + \dfrac{\tau^2}{1.2}\dfrac{\partial^2 X}{\partial x^2}\left(\dfrac{dx}{dt}\right)^2 + \ldots \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{cases}$$

(¹) On conçoit facilement, en effet, qu'au delà d'une certaine limite supérieure pour Δt, le quotient $\frac{\Delta x}{\Delta t}$, par exemple, ne puisse plus être assimilé à une dérivée; d'un autre côté, au-dessous d'une certaine limite inférieure pour la même quantité, les petites discontinuités dont nous supposons l'existence entreraient en jeu. L'assimilation de $\frac{\Delta x}{\Delta t}$ à une dérivée nécessite donc que Δt soit compris entre certaines limites. L'hypothèse faite ici consiste à admettre que cette assimilation est rigoureuse pour une valeur bien déterminée (τ) de Δt, la même pour les trois quotients $\frac{\Delta x}{\Delta t}$, $\frac{\Delta y}{\Delta t}$, $\frac{\Delta z}{\Delta t}$.

Tout se passe donc comme si, outre les forces données $X(x,y,z)$, $Y(x,y,z)$, $Z(x,y,z)$, fonctions des seules coordonnées, le mobile était soumis à l'action de forces fictives fonctions des vitesses $\frac{dx}{dt}$, $\frac{dy}{dt}$, $\frac{dz}{dt}$ (¹).

Ajoutons maintenant les trois équations (4) après les avoir respectivement multipliées par dx, dy, dz, nous obtenons :

$$d\left(\frac{1}{2}mv^2\right) = X\,dx + Y\,dy + Z\,dz + d\mathfrak{C}_2; \tag{5}$$

en posant :

$$\left\{\begin{aligned} d\mathfrak{C}_2 = \tau\Bigg[&\frac{\partial X}{\partial x}\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \frac{\partial Y}{\partial y}\left(\frac{dy}{dt}\right)^2 + \frac{\partial Z}{\partial z}\left(\frac{dz}{dt}\right)^2 \\ &+ \left(\frac{\partial X}{\partial y} + \frac{\partial Y}{\partial x}\right)\frac{dx}{dt}\frac{dy}{dt} + \ldots\Bigg]dt + \frac{\tau^2}{1.2}\Big[\text{——}\Big]dt + \ldots. \end{aligned}\right. \tag{6}$$

Le travail élémentaire se compose donc de deux parties. L'expression de la première $(X\,dx + Y\,dy + Z\,dz)$ est identique à celle qu'on obtiendrait pour la totalité du travail élémentaire en l'absence de toute discontinuité dans le mouvement. La seconde $(d\mathfrak{C}_2)$ représente le travail des forces apparentes, fonctions des vitesses, qui résultent des petites discontinuités dont nous supposons le mouvement affecté. Grâce à l'extrême petitesse de τ, le signe de cette expression peut être considéré comme déterminé par celui de son premier terme. Or ce dernier est constitué par une forme quadratique homogène complète des vitesses. Toutes les fois qu'une telle forme sera *définie* et de signe négatif, $d\mathfrak{C}_2$ pourra être assimilé à un travail résistant, et les forces fictives qui lui correspondent aux résistances passives (frottement dynamique, viscosité, etc.), susceptibles de donner lieu à dissipation d'énergie.

On vérifie aisément que cette condition est toujours remplie dans le cas d'une force attirante, fonction croissante de la distance r à un point fixe. On trouve, en effet, en désignant cette force par $\varphi(r)$ et se bornant aux termes en τ,

$$d\mathfrak{C}_2 = \tau\left\{\frac{\varphi}{r}\left[\left(\frac{ds}{dt}\right)^2 - \left(\frac{dr}{dt}\right)^2\right] + \varphi'\left(\frac{dr}{dt}\right)^2\right\}dt, \tag{7}$$

quantité essentiellement négative dans les conditions indiquées.

(¹) Dans les équations (4), x, y, z représentent les coordonnées *contrôlables* du mobile. Dans les équations (2) elles en représentaient les coordonnées *vraies*, mais indiscernables et cachées.

La viscosité atomique, à laquelle nous avons attribué la chaleur de Siemens [1], paraît pouvoir être rattachée à ce dernier cas.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur la propagation de l'onde explosive dans les solides.* Note de MM. **J. Taffanel** et **H. Dautriche**, présentée par M. Vieille.

A la suite des études sur l'onde explosive dans les gaz, poursuivies au cours de ces dernières années par MM. Jouguet et Crussard, nous nous sommes proposé d'étudier les lois de propagation de l'onde explosive dans les solides. Nous nous sommes limités au cas de la propagation cylindrique par tranches et nous avons admis, suivant les suggestions de l'expérience, que la détonation se propage suivant un régime permanent.

Soient, dans le milieu qui succède au passage de l'onde explosive :

P_1 la pression des produits gazeux;
V_0 leur volume, à 0° C. et à la pression atmosphérique, rapporté à l'unité de poids d'explosif;
V_1 le volume spécifique des produits gazeux ou non gazeux;
α leur covolume ;
t_1 leur température centigrade ;
Q_1 la quantité de chaleur dégagée par la réaction explosive, rapportée à l'unité de poids d'explosif;
$At_1 + Bt_1^2$ la quantité de chaleur absorbée par l'élévation, de 0° à t_1^0, des produits de la détonation, évaluée à volume constant et rapportée à l'unité de poids d'explosif;
W_1 la vitesse de translation des tranche ;
S_1 la vitesse des ondes sonores.

Soient, en outre :

U la vitesse de propagation de l'onde explosive;
$\Delta = \frac{1}{V}$ le poids spécifique de l'explosif;
P_0 la pression atmosphérique;
E l'équivalent mécanique de la chaleur;
g l'accélération de la pesanteur.

L'onde explosive, dans le cas de la propagation rectiligne, satisfait néces-

(1) *Comptes rendus*, 22 janvier 1912.

sairement aux quatre équations fondamentales suivantes :

(1) $$U\Delta = \frac{U - W_1}{V_1}$$ (équation de continuité);

(2) $$P_1 - P_0 = \frac{\Delta U}{g} W_1$$ (équation générale de la dynamique);

(3) $$P_1 W_1 = \frac{1}{2}\frac{U\Delta}{g} W_1^2 + EU\Delta(At_1 + Bt_1^2 - Q_1)$$ (équation d'équivalence);

(4) $$\frac{P_1(V_1 - \alpha)}{t_1 + 273} = \frac{P_0 V_0}{273}$$ (équation d'état).

Ces quatre équations ne suffisent pas à définir l'onde explosive; car quand on s'est donné les coefficients relatifs à la substance et à la réaction explosive, il reste cinq inconnues : P_1, V_1, W_1, t et U.

Parmi les ondes en nombre infini qui satisfont à ces quatre équations, il en est une (onde critique de M. Crussard) pour laquelle la vitesse U est minimum et d'ailleurs égale à la vitesse absolue $S_1 + W_1$ des ondes sonores dans le milieu qui suit l'onde explosive. Pour les ondes ultra-critiques, c'est-à-dire celles où la pression P_1 est plus forte que pour l'onde critique, $U < S_1 + W_1$, en sorte que la détente, qui se produit en arrière, atteint le front de l'onde et atténue celle-ci jusqu'à la faire redevenir onde critique. D'autre part les ondes infra-critiques sont incompatibles avec les hypothèses faites pour l'établissement des équations fondamentales, car leur vitesse de propagation serait supérieure à celle du son dans le milieu qui les suit; les dernières ondes élémentaires, qui composent leur front et dont la vitesse est au plus égale à celle du son, resteraient en arrière et le front ne conserverait pas son indéformabilité supposée.

La cinquième équation définissant l'onde explosive sera donc

(5) $$dU = 0.$$

Posant

$$f_1 = \frac{P_0 V_0 (t_1 + 273)}{273},$$

$$\gamma_1 = 1 + \frac{P_0 V_0}{273 \times E \times (A + 2Bt_1)},$$

et négligeant P_0 devant P_1, la résolution des cinq équations précédentes

conduit aux formules ci-après :

(6) $$A t_1 + B t_1^2 - Q_1 - \frac{f}{2 E \gamma_1} = 0;$$

(7) $$P_1 = \frac{\gamma_1 + 1}{\gamma_1} \frac{f_1 \Delta}{1 - \alpha\Delta};$$

(8) $$V_1 = \frac{\gamma_1 + \alpha\Delta}{(\gamma_1 + 1)\Delta};$$

(9) $$U = \frac{(\gamma_1 + 1)\sqrt{g}}{\sqrt{\gamma_1}} \frac{\sqrt{f_1}}{1 - \alpha\Delta};$$

(10) $$W_1 = \frac{\sqrt{g}}{\sqrt{\gamma_1}} \sqrt{f_1}.$$

Il est commode, pour éviter d'avoir à résoudre l'équation (6) qui est du troisième degré, de se servir de la température t de détonation calculée suivant la formule habituelle pour l'explosion en vase clos, mais en introduisant dans cette formule la quantité de chaleur Q_1 dégagée par la réaction explosive telle qu'elle se produit au passage de l'onde

$$A t + B t^2 - Q_1 = 0;$$

f et γ désignant alors les valeurs correspondantes de f_1 et γ_1 pour la température t, on a les formules approximatives suivantes :

(11) $$t_1 + 273 = \frac{2\gamma}{\gamma + 1}(t + 273) = \frac{2\gamma}{\gamma + 1} \frac{f \times 273}{P_0 V_0},$$

(12) $$P_1 = \frac{2 f \Delta}{1 - \alpha\Delta},$$

(13) $$V_1 = \frac{\gamma + \alpha\Delta}{(\gamma + 1)\Delta},$$

(14) $$U = \sqrt{2 g(\gamma + 1)} \frac{\sqrt{f}}{1 - \alpha\Delta},$$

(15) $$W_1 = \sqrt{\frac{2g}{\gamma + 1}} \sqrt{f}.$$

Si les réactions explosives étaient bien connues, c'est-à-dire si l'on connaissait f, α, γ et V_0 en fonction de Δ, on en déduirait immédiatement les valeurs de t_1, P_1, V_1, W_1 et de la vitesse de détonation U. Mais les formules de décomposition admises pour des pressions de l'ordre de 2000^{kg} à 3000^{kg} par centimètre carré ne donnent généralement pas une évaluation exacte de U, sauf aux très faibles densités. La formule de décomposition doit donc être considérée comme inconnue.

La vitesse de détonation U peut être déterminée expérimentalement avec grande précision et bien que sa connaissance ne suffise pas pour résoudre complètement le problème, sa connaissance fournit des indications intéressantes permettant notamment d'évaluer f_1, P_1, W_1 et t_1 avec un assez bon coefficient d'approximation; car on peut, par interpolation, déterminer des valeurs approximatives de α et V_0 qui sont connues pour $\Delta = 0$ et $\Delta = D$, densité réelle de l'explosif. Aux fortes densités, la décomposition est forcément incomplète derrière le front et α tend vers $\frac{1}{D}$. Quant à γ qui est compris entre 1,0 et 1,2, il n'a, dans ces limites, que peu d'influence sur les coefficients des formules; on peut admettre la valeur moyenne de $\gamma = 1,1$ qui donne pour U la valeur $6,41 \frac{\sqrt{f}}{1 - \alpha\Delta}$.

La détermination expérimentale d'une deuxième fonction de f et α, autre que U, donnerait ainsi une solution presque complète du problème.

ÉNERGÉTIQUE. — *Sur un théorème de M. Einstein.* Note de M. **Lémeray**, présentée par M. L. Lecornu.

En étudiant le cas où un foyer lumineux se déplace par rapport à l'observateur, M. Einstein a été conduit, en 1905 (¹), à démontrer que la masse d'un corps diminue quand il rayonne de l'énergie. Il a obtenu ce théorème en s'appuyant sur les conclusions d'un Mémoire antérieur (²). En raison des importantes applications qu'il en a faites, je demande à l'Académie la permission de présenter quelques remarques à ce sujet. Ayant repris les démonstrations de M. Einstein, j'ai appliqué rigoureusement la transformation de Lorentz : je suis arrivé à un résultat différent et même entièrement négatif.

Soient trois axes rectangulaires OX, OY, OZ. Considérons un foyer constitué par un plan parallèle à YOZ, rayonnant par chaque face et parallèlement à OX un train d'ondes polarisées en ligne droite; les vecteurs électrique E_0 et magnétique H_0, perpendiculaires entre eux, sont, en unités électromagnétiques,

$$E_0 = A_0 \cos \frac{2\pi}{T_0}\left(t - \frac{x}{V}\right), \qquad H_0 = \frac{E_0}{V}.$$

(¹) A. Einstein, *Annalen der Physik*, t. XVIII, 1905, p. 639.

(²) *Ibid.*, t. XVII, p. 193 : *Zur Electrodynamik bewegter Körper.*

V désigne la vitesse de la lumière dans le vide, T_0 la période. L'amplitude dépend de A_0. La densité moyenne d'énergie est $\frac{A_0^2}{4\pi V^2}$. Comme, de part et d'autre, la longueur du faisceau rayonné depuis le début ($t = 0$) est Vt, l'énergie rayonnée par une surface égale à l'unité est, pour les deux faces,

$$L_0 = 2KA_0^2 Vt \qquad \text{où} \qquad K = \frac{1}{4\pi V^2}.$$

M. Einstein a considéré le cas où le foyer se déplace par rapport aux axes. Pour évaluer l'énergie, nous disposons de deux moyens. On peut considérer les axes comme fixes et le foyer comme en mouvement, ou inversement. M. Einstein a employé le deuxième; je me servirai des deux.

Premier cas. — Le foyer se meut suivant OX avec la vitesse $u = \lambda V$. Appliquons la transformation de Lorentz. On doit remplacer A_0 par (¹)

$$A_1 = A_0\sqrt{\frac{1+\lambda}{1-\lambda}}.$$

Pour les points situés en avant ou en arrière du foyer, λ est respectivement positif ou négatif. Les densités d'énergie sont :

$$(1) \qquad KA_0^2\frac{1+\lambda}{1-\lambda}, \qquad KA_0^2\frac{1-\lambda}{1+\lambda},$$

et comme les faisceaux ont les longueurs $V(1-\lambda)t$ et $V(1+\lambda)t$, l'énergie rayonnée totale est encore $2KA_0^2Vt$. Donc :

L'énergie totale rayonnée par un radiateur symétrique est la même, qu'il se déplace ou non relativement à l'observateur.

Deuxième cas. — Puisque la théorie a été faite pour satisfaire au principe de relativité, nous devrons arriver aux mêmes conclusions. C'est bien ce que nous allons vérifier. Mais il faut faire attention que le temps qui intervient ici est le temps local. J'appelle S_0 le système considéré comme en repos et S le système mobile. S_0 est le système lié au plan rayonnant. Les variables dites en S_0, c'est-à-dire mesurées par des observateurs liés à S_0, seront affectées de l'indice zéro; les lettres sans indice représenteront les

(¹) H.-A. LORENTZ, *Amsterdam Proceedings*, 1903-1904, p. 809 : *Ions*, *Électrons*, *Corpuscules*, t. I, p. 480.

variables correspondantes (en S). On sait que [1]

$$t = t_0\sqrt{1-\lambda^2} - \frac{\lambda x_0}{V\sqrt{1-\lambda^2}}. \tag{2}$$

Cherchons les distances des ondes extrêmes au temps t [2]. Soit t_0 le correspondant (en S_0). L'onde de front avant est (en S_0) à la distance $x_0 = V(1-\lambda)t_0$ de l'origine mobile. Portons dans (2); nous obtenons $t_0 = t\sqrt{\frac{1+\lambda}{1-\lambda}}$; la distance (en S_0) est donc $l_0 = V(1-\lambda)t_0 = Vt\sqrt{1-\lambda^2}$ et elle est (en S) $l = Vt$, à cause de la contraction des dimensions parallèles à OX. Ainsi elle est la même qu'au cas précédent. Pour le faisceau arrière, nous aurons le même résultat. Cherchons enfin la position du foyer à la même heure t. Soient t'_0 l'heure correspondante (en S_0) et x'_0 la distance cherchée (en S_0). On a

$$t = t'_0\sqrt{1-\lambda^2} - \frac{\lambda x'_0}{V\sqrt{1-\lambda^2}}, \qquad x'_0 = ut'_0 = \lambda V t'_0,$$

cela donne $t'_0 = t\sqrt{1-\lambda^2}$; la distance cherchée est alors $ut\sqrt{1-\lambda^2}$ (en S_0) et ut (en S). Elle est bien la même qu'au cas inverse et l'ensemble des deux faisceaux a la même dimension, relativement à l'observateur, que s'il n'y avait pas déplacement relatif. On voit que nos deux méthodes se vérifient mutuellement.

En calculant les densités d'énergie (en S), nous trouvons encore les valeurs (1); comme elles concordent avec celles de M. Einstein, il n'est pas nécessaire d'en rapporter la démonstration. Puisque les longueurs apparentes des faisceaux et les densités apparentes sont les mêmes qu'au cas inverse, la conclusion déjà formulée est confirmée. Donc, l'énergie rayonnée totale L mesurée quand l'observateur se déplace par rapport au foyer et l'énergie rayonnée totale L_0 mesurée quand il n'y a pas déplacement relatif sont égales :

$$L = L_0.$$

Or la démonstration du théorème de M. Einstein reposait sur l'existence d'une différence entre L et L_0. Si l'on reprend cette démonstration avec $L = L_0$, on trouve que la masse n'a pas changé.

---

[1] H.-A. LORENTZ, *loc. cit.*, p. 480.

[2] On suppose qu'au début de l'émission on a $x_0 = t_0 = t = 0$.

La différence des résultats vient de l'évaluation des longueurs des faisceaux.

On peut étendre notre conclusion au cas d'un foyer ponctuel rayonnant également dans toutes les directions. En appliquant les formules de M. Einstein, l'onde sphérique se transformerait en un ellipsoïde. D'après ce que nous venons de voir, elle se transforme en une sphère. Tandis que les dimensions apparentes d'un *corps* dépendent du mouvement relatif de l'observateur, l'onde sphérique *dans le vide* se transforme en onde sphérique et, circonstance digne de remarque, la théorie de la relativité conduit sur ce point au même résultat que la théorie de Ritz (¹).

Les résultats qu'on pourrait tirer de notre conclusion, en ce qui concerne la pression de radiation, concordent entièrement avec ceux d'une étude antérieure (²).

D'autre part, une charge sphérique e, de diamètre a, a une énergie électrique et une masse proportionnelles à $\frac{e^2}{a}$. Si e restant constant, a augmente, l'énergie interne et la masse électromagnétique diminuent : mais la connaissance de cette relation est due aux travaux de Sir J.-J. Thomson et de Sir J. Larmor, indépendamment de la théorie de la relativité.

PHYSIQUE. — *Influence de la forme géométrique des corps solides sur les actions chimiques qu'ils subissent à basse pression.* Note de M. **G. Reboul**, présentée par M. G. Lippmann.

Dans les conditions ordinaires de pression, le chimiste, en étudiant l'action d'un gaz sur un solide, n'a pas à s'occuper de la forme géométrique de ce dernier. J'ai pu obtenir aux basses pressions (1 à $\frac{1}{100}$ mm de mercure) des exemples d'action chimique *montrant de la manière la plus nette l'influence de la forme géométrique d'un corps sur son attaque par un gaz.*

I. L'expérience est disposée de la manière suivante : un ballon muni d'un long col (80 cm) est retourné sur la cuve à mercure, une tubulure latérale soudée au ballon le relie à une pompe à vide de Gœde, par l'intermédiaire d'une jauge de Mac Léod. Une tige de fer lestée par un morceau de platine, flotte verticalement sur le mercure; on l'engage dans le col du ballon; quand la pompe fonctionne, le mercure s'élève dans le col, il entraîne le flotteur dont l'extrémité libre se trouve ainsi amenée dans la

(¹) W. Ritz, *Annales de Chimie et de Physique*, 8ᵉ série, t. XIII, 1908, p. 145.
(²) E.-M. Lémeray, *Journal de Physique*, juillet 1911, p. 559.

chambre à vide de ce baromètre. On peut fixer à la tige le corps qu'on veut étudier, on introduit ainsi facilement dans le ballon le solide ayant la forme géométrique qu'on désire.

Il faut alors introduire le gaz réagissant sans provoquer de mouvements tourbillonnaires, comme cela pourrait se produire si l'on ouvrait un robinet ou si l'on chauffait un composé dissociable préalablement introduit dans le tube. On y arrive en prenant un corps émettant lentement, à la température ordinaire et sous des pressions très faibles, le gaz réagissant; le caoutchouc vulcanisé au chlorure de soufre réalise cette condition. On fixe au flotteur, à 7^{cm} ou 8^{cm} du corps à attaquer, un petit morceau de caoutchouc; quand la pression est de l'ordre de grandeur d'une fraction de millimètre, on constate que le mercure, le cuivre sont attaqués et se recouvrent de sulfure.

Le vide est fait très lentement, à travers deux serpentins de verre de 3^{mm} de diamètre et de 250^{cm} de longueur.

II. Le corps fixé au flotteur est une lame de cuivre de forme rectangulaire ($18^{mm} \times 15^{mm}$ environ); elle a été soigneusement polie avant son introduction dans l'appareil. La machine étant mise en marche, lorsque la pression devient par exemple $\frac{1}{10}$ de millimètre, on arrête la pompe; au bout de quelques minutes, il se manifeste une attaque de la lame de cuivre, mais cette attaque ne se produit pas d'une manière quelconque en se traduisant par un noircissement uniforme de la lame : *elle commence par les bords et avance lentement vers la partie centrale*, et ceci quelle que soit la position de la lame (horizontale, verticale, inclinée). L'attaque se poursuivant, il se forme des colorations de lames minces suivant des plages parallèles aux bords de la lame; ces colorations renseignent sur l'épaisseur de la couche de sulfure formé et par suite sur l'intensité de l'action chimique aux divers points de la lame : cette intensité a été beaucoup plus vive sur les bords que sur la partie centrale.

Tout se passe comme s'il y avait autour de la lame une atmosphère gazeuse protectrice qui se résorberait peu à peu, abandonnant les bords, se maintenant sur les parties centrales et s'opposant à la diffusion du gaz réagissant.

III. Les résultats de l'expérience précédente amènent à penser que l'intensité de l'action chimique produite dépend essentiellement du rayon de courbure du corps solide au point considéré.

On fixe au flotteur une petite masse de cuivre en forme d'ellipsoïde allongé et l'on répète l'expérience précédente; on constate que l'*attaque se produit en commençant par les sommets de l'ellipsoïde où le rayon de courbure est le plus petit*. L'attaque se poursuivant, le sulfure recouvre finalement tout le corps, mais les colorations de lames minces qui se succèdent

indiquent une attaque plus prononcée à partir des sommets de l'ellipsoïde

Avec des sphères, l'attaque se produit uniforme, sauf au voisinage du point d'attache. Si l'on introduit dans le tube un ensemble de deux sphères de diamètre différent, par exemple l'une de 10^{mm} et l'autre de 2^{mm} de diamètre, on constate que *la sphère la plus petite est celle qui est le plus rapidement attaquée.*

En variant la forme géométrique des solides essayés : prismes, pyramides, cylindres, cônes, on trouve toujours que *l'attaque commence par les arêtes ou par les points de rayon de courbure le plus faible et que c'est en ces points qu'elle est le plus prononcée.*

IV. Ces résultats pourraient peut-être s'expliquer dans l'hypothèse de l'existence, à la surface de séparation des milieux solide-gaz, de forces d'adhésion analogues à celles que révèle l'étude des phénomènes capillaires; soit que ces forces produisent aux points de faible rayon de courbure une concentration de l'atmosphère gazeuse réagissante, soit qu'elles interviennent dans le bouleversement moléculaire résultant de l'action chimique, soit enfin qu'en s'opposant au départ de l'atmosphère gazeuse primitive, elles gênent la diffusion du gaz réagissant et favorisent par endroits l'attaque du solide.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le rôle des ampères-tours longitudinaux au moment de la commutation dans les machines dynamo-électriques à courant continu.* Note de M. **R. Swyngedauw**, présentée par M. Marcel Deprez.

Soit un induit de dynamo à courant continu, tournant en génératrice. On sait qu'on appelle ampères-tours longitudinaux, le nombre des ampères-tours contenus dans le double de l'angle de calage.

L'action de ces ampères-tours sur le flux de l'induit est bien connue, mais le rôle qu'ils jouent dans la commutation n'a pas été complètement compris parce qu'on les considérait comme constants.

Supposons qu'il s'agisse d'un induit lissé sur la périphérie duquel les conducteurs sont régulièrement répartis et considérons un balai ne couvrant qu'une lame du collecteur. Désignons par 1 et 2 les lames mises en court circuit par le balai, 2 étant la lame la plus voisine de la ligne neutre.

Considérons l'angle dièdre dont l'arête est l'axe de l'induit, dont l'une des faces est le plan diamétral qui passe par la connexion de la lame 2 avec l'enroulement induit et

dont l'autre face est le plan symétrique du précédent par rapport au plan neutre. Le nombre des conducteurs compris entre les faces du dièdre est égal à $2\gamma\frac{n}{c}$, n désignant le nombre des conducteurs périphériques portés par l'induit et c le nombre de lames du collecteur, 2γ étant le nombre entier ou fractionnaire de sections d'induit compris dans le dièdre.

Comptons le temps à partir de l'instant où la lame 2 va commencer à s'engager sous le balai; soit T la durée du court circuit. Depuis l'instant $t=0$ jusqu'à l'instant $t=T$, la section connectée aux lames 1 et 2 est mise en court circuit; à l'instant $t=0$ une ligne de force du flux principal rencontre un nombre d'ampères-tours antagonistes égal à

$$2\gamma\frac{n}{c}i_a+\frac{n}{c}(i_a+j),$$

i_a désignant le courant dans les conduits induits contenus dans l'angle de calage et j le courant dans les conducteurs de la section en court circuit, positivement compté dans le même sens que le premier; j a la valeur i_a à l'instant $t=0$.

A l'instant t compris entre zéro et T, la lame 2 est couverte par le balai sur une fraction $\frac{t}{T}$ de sa surface, la section en court circuit s'est éloignée de la ligne neutre de la fraction $\frac{t}{T}$ d'une lame de collecteur et, par suite, l'angle dièdre défini précédemment comprend $\frac{2nt}{cT}$ spires de plus qu'à l'instant $t=0$, de sorte qu'à l'instant t la ligne de force du flux utile rencontre un nombre d'ampères-tours longitudinaux antagonistes égal à

$$A=2\gamma\frac{n}{c}i_a+\frac{n}{c}(i_a+j)+\frac{2nti_a}{cT}. \tag{1}$$

M. Allen (¹) et dernièrement M. Mauduit (²) ont signalé certains effets des ampères-tours de court circuit, mais on n'a rien écrit jusqu'ici sur le rôle des ampères-tours $\frac{2nti_a}{cT}$.

Or, d'après des considérations exposées antérieurement (³), la variation des ampères-tours longitudinaux produit une variation de flux qui leur est proportionnelle; et l'on peut considérer cette variation de flux comme produite par la superposition au flux principal d'un flux antagoniste se fermant en partie à travers les inducteurs et en partie à travers l'air dans l'espace

---

(¹) *Journal of the Institution of Electrical Engineers*, avril 1898 et *Éclairage électrique*, 17 septembre 1898, p. 513.

(²) M. Mauduit, *Thèse*, Nancy, octobre 1912, p. 264.

(³) Swyngedauw, *Sur la réaction d'induit dans les dynamos à courant continu* (*Bulletin de la Société internationale des Électriciens*, 1908, p. 351).

interpolaire par, ce que j'ai appelé antérieurement, les fuites à court trajet (¹).

La variation linéaire $\frac{2nti_a}{cT}$ des ampères-tours longitudinaux crée donc une variation de flux linéaire à travers chacune des spires de la section court fermée, cette variation induit dans chacune de ces spires une force électromotrice constante. Cette force électromotrice e_c est d'ailleurs proportionnelle au taux de variation de ces ampères-tours

$$e_c = 2k\frac{ni_a}{cT},$$

k est un coefficient constant qui dépend de la constitution des circuits électrique et magnétique de l'induit, des inducteurs et du circuit des fuites; cT représente la durée d'un tour; *par suite, lorsque l'induit tourne à raison de n tours par seconde, le mouvement du collecteur sous le balai crée par réaction sur les ampères-tours longitudinaux, une force électromotrice constante*

$$e_c = 2knNi_a.$$

Il est aisé de voir que cette force électromotrice favorise la commutation. En effet, le flux utile traverse les spires de la section en court circuit, en pénétrant par leur face gauche (pour le sens positif choisi pour j) et, par suite, une diminution du flux utile, engendre sous les spires une force électromotrice qui tend à créer un courant de sens contraire à celui qui parcourait la section avant le court circuit.

Arnold a montré, d'autre part, que le mouvement de la section court fermée dans le champ transversal de l'induit engendre une force électromotrice

$$e_q = k'nNi_a,$$

qui s'oppose à la commutation, k' étant une constante dépendant surtout de la réluctance du flux transversal.

Dans certains cas particuliers, les deux forces électromotrices e_c et e_q s'équilibrent; mais ce n'est pas le cas général.

(¹) SWYNGEDAUW, *loc. cit.*, p. 354.

PHYSIQUE. — *Sur les propriétés optiques d'un liquide soumis à l'action simultanée de deux champs électrique et magnétique, et sur la symétrie moléculaire.* Note de M. A. COTTON, présentée par M. J. Violle.

La biréfringence magnétique des liquides purs que nous étudions, Mouton et moi, et qui est un phénomène beaucoup plus général que nous ne le pensions d'abord, s'explique par l'orientation moléculaire. Non seulement les lois physiques auxquelles obéit cette biréfringence, mais les variations de sa grandeur avec la structure chimique des liquides étudiés (1), s'interprètent, d'une façon simple, en partant de cette hypothèse. D'autre part, on est conduit, par les mêmes raisons, à expliquer de la même façon la biréfringence électrique de Kerr (2).

Je me suis demandé quelles seraient, dans cette théorie de l'orientation, les propriétés optiques que prendrait un liquide soumis à l'action *simultanée* des deux champs, l'un magnétique, l'autre électrostatique. Ces propriétés, très remarquables, ne seraient pas en général celles qu'on pourrait prévoir si l'on admettait que les effets optiques, mesurés au préalable avec les deux champs employés tour à tour, s'ajoutent simplement. Leur recherche aurait d'abord le grand intérêt de soumettre à une nouvelle épreuve la théorie de l'orientation.

On le comprendra sans peine en examinant, par exemple, le cas particulier suivant : Imaginons qu'on mesure la biréfringence magnétique d'un liquide à l'aide d'un faisceau horizontal de lumière polarisée normal aux lignes de force du champ. Dans le liquide, on a disposé, au préalable, des plaques conductrices (formées d'une matière transparente ou percées de trous) orientées perpendiculairement au faisceau lumineux. Lorsqu'on réunit ces plaques aux pôles d'une source électrique, on crée un champ électrique dirigé suivant ce faisceau et, par suite, à angle droit du champ magnétique. Ce champ électrique, employé seul, ne donnerait évidemment aucune biréfringence de Kerr. Sa présence doit cependant, d'après la théorie de l'orientation, agir sur les orientations des molécules et modifier la biréfringence magnétique primitive.

Mais il y a plus. En étudiant, d'une façon systématique, les effets de ces champs combinés, on pourrait avoir des renseignements non seulement

(1) *Comptes rendus*, t. 154, p. 818 et 930.

(2) Voir, outre nos Mémoires des *Annales*, les travaux théoriques de Langevin (*Le Radium*, septembre 1910) et de Pockels (*Le Radium*, avril 1912).

sur l'anisotropie des molécules, sur laquelle on posséderait alors des données plus précises, mais sur leur *symétrie* elle-même. On pourrait notamment reconnaître, dans un grand nombre de cas, si une molécule possède trois plans de symétrie rectangulaires (comme un cristal orthorhombique), si elle n'en possède qu'un seul, avec un seul axe binaire (cristal clinorhombique), si elle possède seulement un centre de symétrie (cristal triclinique).

Pour le montrer, j'admettrai, comme simplification de langage, que la molécule est assimilable dans chaque cas au cristal correspondant, c'est-à-dire que la variation de ses propriétés avec la direction est représentée par un ellipsoïde à trois axes inégaux. J'appellerai alors E_m, E_e, E_o les ellipsoïdes représentant respectivement les propriétés magnétiques, électriques et les propriétés optiques (pour des rayons de longueur d'onde déterminée). L'expérience montre dans le cas des cristaux, et j'admettrai encore ici, qu'il n'existe entre ces ellipsoïdes d'autres relations que celles qu'impose l'existence des éléments de symétrie.

Si le liquide est placé dans un seul des deux champs, le champ magnétique par exemple, il est évident qu'on ne peut avoir aucune donnée sur la symétrie moléculaire :

La molécule tend à s'orienter de façon que le grand axe de E_m se place parallèlement au champ, et ce grand axe prendrait effectivement cette direction si l'on pouvait supprimer l'agitation thermique. Mais, autour de cette droite, la molécule reste libre de tourner. L'orientation d'équilibre stable, qui est l'orientation moyenne des molécules agitées, n'est pas définie d'une façon complète. Le liquide aimanté (ou électrisé) doit prendre nécessairement, dans tous les cas, les propriétés optiques d'un milieu uniaxe : c'est ce que montre l'expérience.

Mais il en est autrement si l'on fait agir simultanément les deux champs, pourvu qu'ils fassent précisément entre eux l'angle θ_0, *supposé non nul* (1), que forment dans la molécule les grands axes de E_m et E_e. Cette fois la position d'équilibre stable vers laquelle tend la molécule est complètement définie. Malgré l'agitation thermique, le liquide doit alors prendre, sous l'action des deux champs, les propriétés optiques d'un cristal de même symétrie. On reconnaîtra cette symétrie en faisant systématiquement, dans diverses directions, l'étude de la biréfringence.

(1) Il y a des cas où l'on peut affirmer dès à présent que cet angle n'est pas nul : il y a des liquides pour lesquels les biréfringences électriques et magnétiques ont des signes opposés.

C'est également par des mesures de biréfringence qu'on aura au préalable déterminé l'angle θ_0. A cet effet on placera le liquide dans l'ensemble des deux champs faisant entre eux un angle θ qu'on fera varier systématiquement. C'est lorsque θ passera par la valeur θ_0 que les molécules seront orientées le mieux possible et que les propriétés optiques s'écarteront le plus de celles d'un milieu isotrope.

On voit sans peine que l'étude de ces propriétés optiques fournirait un procédé de classification des molécules, basé sur la place qu'occupent les grands axes E_m et de E_o par rapport aux trois axes de E_0, ou, dans le cas des uniaxes, sur la forme allongée ou aplatie de ces ellipsoïdes qui seraient alors de révolution. Les groupes ainsi formés sont ceux dont on peut dresser la liste dans le cas des cristaux : les seuls groupes qu'on ne pourrait reconnaître seraient les groupes biaxes pour lesquels θ_0 serait nul et qui seraient confondus avec des uniaxes.

L'intérêt d'une telle classification des molécules serait évident : on pourrait rapprocher les résultats des propriétés physiques des mêmes substances à l'état cristallisé, et d'autre part, de la structure chimique des molécules. Mais si l'on cherche à passer à l'exécution de ce programme séduisant, on trouve que la principale difficulté consiste dans les dimensions trop restreintes de nos électro-aimants actuels.

Il faudrait faire construire un très gros électro-aimant qui serait d'ailleurs extrêmement précieux pour bien des recherches de nature toute différente, et que de nombreux physiciens pourraient utiliser.

Je me permets, en terminant cette Note, d'attirer sur ce projet l'attention de l'Académie.

PHYSIQUE. — *Sur l'aimantation de l'eau et de l'oxygène.* Note de MM. **Pierre Weiss** et **Auguste Piccard**, présentée par M. J. Violle.

I. *Eau.* — Les coefficients d'aimantation des substances para- et diamagnétiques ayant été très fréquemment rapportés à celui de l'eau, la détermination exacte de ce dernier prend une grande importance. Cette importance a encore été accrue récemment par la détermination des moments atomiques des substances paramagnétiques et l'extension de la théorie du magnéton à ces substances.

Nous avons déterminé le coefficient d'aimantation de l'eau par deux

méthodes, dérivant l'une et l'autre de la méthode de la dénivellation magnétique imaginée par Quincke.

La mesure exacte d'une petite dénivellation de 1^{mm} à 2^{mm} que les champs aisément accessibles produisent sur l'eau étant en général considérée comme difficile, nous avons d'abord mesuré l'aimantation d'une solution concentrée de chlorure de manganèse donnant une ascension de près de 10^{cm}. Cette solution a été ensuite comparée à l'eau pure au moyen d'une balance sensible à $0^{mg},01$ à laquelle était suspendu un tube de quartz. On mesurait l'attraction ou la répulsion produite par un électro-aimant sur ce dernier, rempli alternativement avec de l'hydrogène, de l'eau et la solution. Cette méthode eût été très sûre sans une variation lente du coefficient d'aimantation de la solution qui n'a été reconnue qu'au cours des mesures.

La pratique de la méthode de la dénivellation magnétique nous a montré que, contrairement à l'opinion courante, elle est susceptible d'une extrême précision. Il suffit de prendre quelques précautions nouvelles et notamment de laver abondamment le tube et le ménisque avec le liquide lui-même et d'éviter tout passage d'air dans le tube entre le lavage et la mesure. La méthode est alors assez sûre pour donner la faible variation thermique de la susceptibilité de l'eau.

Les mesures ont été faites avec un électro-aimant construit à cet effet. Le champ est extrêmement uniforme et la topographie en a été relevée avec le plus grand soin. La non-uniformité ne dépasse pas 1,5 pour 1000 dans un cercle de 1^{cm} de diamètre. Chacune des bobines porte 240 tours de *tube* de cuivre parcouru par un courant d'eau chauffée à la température de 19°. Cet enroulement reçoit un courant de 50 ampères. L'eau circule de même dans des canaux percés dans la culasse et les noyaux, et maintient ainsi la température de l'aimant rigoureusement constante et avec elle les dimensions géométriques de l'entrefer. La mesure du champ de l'aimant a été faite, avec la collaboration de G. Foëx, au moyen de deux balances de Cotton et par la méthode d'induction, avec un solénoïde étalon. On a trouvé :

Par les balances........................ $H = 21427$
Par la méthode d'induction................ $H = 21468$

La première méthode d'ascension a donné pour le coefficient d'aimantation rapporté à l'unité de *masse :*

$$\chi = -0,7209.10^{-6} \text{ à } 20°;$$

la deuxième :

$t =$	0°.	20°.	40°.	60°.	80°.
$\chi.10^{-6} =$	$-0,71744$	0,71927	0,72081	0,72178	0,72222

Dans une prochaine Note, on montrera quelles sont les conséquences que l'on peut tirer de cette variation thermique quant à la constitution de l'eau. Nous adopterons

$$\chi = -0,7193.10^{-6} \text{ à } 20^{\circ},$$

avec un coefficient de température

$$\alpha = +0,00013$$

dans le voisinage de 20°.

Ce résultat s'accorde bien avec les mesures très soignées de M. Sève, qui donne $\chi = -0,725.10^{-6}$ à 22°. En refaisant, en effet, ses calculs avec notre coefficient de température, et en ne négligeant pas la poussée de l'air, on trouve :

	χ.
Première méthode de M. Sève	$-0,7211.10^{-6}$ à 20°
Deuxième méthode de M. Sève	$-0,7171.10^{-6}$ à 20°

II. *Oxygène.* — On obtient le coefficient d'aimantation de l'oxygène en mesurant la dénivellation magnétique de l'eau successivement sous l'hydrogène et sous l'oxygène. La présence de l'oxygène l'augmente de 18 pour 100 de sa valeur sous l'hydrogène. Toutes corrections faites, nous avons trouvé, pour l'oxygène pur et sec à 760^{mm} et à 20°, la susceptibilité rapportée à l'unité de volume

$$k = +0,14073.10^{-6}.$$

Il en résulte pour l'air, dans les mêmes conditions,

$$k = +0,02941.10^{-6}$$

et pour l'unité de masse d'oxygène

$$\chi = +1,0568.10^{-4}.$$

En admettant, comme l'exige la chaleur spécifique, que les deux atomes de la molécule d'oxygène forment un système rigide, et en calculant le moment de la molécule, on trouve

$$n = 7,007 \text{ magnétons par atome,}$$

le magnéton 1123,5 étant la partie aliquote commune des moments atomiques du fer et du nickel, observés dans l'hydrogène liquide. Ce nombre est entier au degré de précision des expériences.

Si, au contraire, on suppose les deux atomes de la molécule reliés l'un à l'autre par une articulation, on trouve $n = 9,90$ par atome. Ce nombre

étant obtenu par l'extraction d'une racine carrée, l'écart avec le nombre entier voisin exigerait une erreur de mesure de 2 pour 100 qui nous paraît dépasser notablement l'incertitude expérimentale. Le magnétisme et la chaleur fournissent donc des renseignements concordants sur la structure de la molécule d'oxygène.

PHYSIQUE. — *Nouvelle mesure de la décomposition magnétique des raies de la deuxième série secondaire du zinc, et vérification quantitative de la loi de Preston.* Note de M. **R. Fortrat**, présentée par M. J. Violle.

Dans une publication récente, A. Cotton (¹) a attiré l'attention des spectroscopistes sur l'importance qu'il y a à bien connaître les champs magnétiques qu'ils emploient, afin de rendre leurs mesures comparables entre elles. La mesure directe exige un montage spécial, souvent impraticable : il serait désirable qu'on s'entendît pour la faire à l'aide de la décomposition magnétique de raies connues. Les raies du triplet bleu du zinc (premier membre de la deuxième série secondaire triple) s'y prêtent bien, surtout la raie 4680, qui donne un triplet magnétique pur d'écart double de l'écart normal. $\delta\lambda$ étant la différence des longueurs d'onde des composantes de la raie de longueur d'onde λ, dans un champ H, la grandeur caractéristique de la décomposition est $\frac{\delta\lambda}{\lambda^2 H}$. Des mesures soignées ont été faites sur ces raies, notamment par Weiss et Cotton [2] $\left(\frac{\delta\lambda}{\lambda^2 H} = 1{,}875.10^{-4}\right)$ et par Gmelin [3] $\left(\frac{\delta\lambda}{\lambda^2 H} = 1{,}888.10^{-4}\right)$.

J'ai pu entreprendre une mesure plus précise qui m'a donné le résultat

$$\frac{\delta\lambda}{\lambda^2 H} = 1{,}8712.10^{-4} \qquad (\lambda \text{ en centimètres, H en gauss}),$$

avec une erreur inférieure à $\frac{1}{700}$ et probablement à $\frac{1}{1000}$.

Mesures spectrales. — L'appareil spectral est un grand spectrographe à prismes de flint, construit par Jobin sur les données de P. Weiss. Il a une distance focale de $1^m{,}40$

(¹) Cotton, *Journ. de Phys*, 5ᵉ série, t. II, 1912, p. 97.
(²) Weiss et Cotton, *Journ. de Phys.*, 4ᵉ série, t. VI, 1907, p. 429.
(³) Gmelin, *Ann. der Phys.*, t. XXVIII, 1909, p. 1079.

et fournit, dans cette région, une dispersion de $0^{mm},7$ environ par angström. La finesse des raies était limitée par leur nature physique et non par le pouvoir séparateur du spectrographe. La source lumineuse était une étincelle éclatant entre des tiges de zinc, dans un champ assez homogène : elle était fournie par la décharge d'une capacité de $\frac{1}{30}$ et $\frac{1}{60}$ de microfarad, à travers une bobine de 0,0014 henry et de 29 ohms. Il était nécessaire de donner à l'étincelle une longueur supérieure à $0^{mm},5$ et de charger le condensateur de façon à entendre des décharges nettement distinctes.

Le calcul des clichés présente une difficulté spéciale à cause de la variation de la dispersion donnée par des prismes : on a opéré par comparaison avec le spectre du fer, photographié chaque fois sur la même plaque, par un procédé que je décrirai dans une publication plus étendue. Le spectre du fer a été mesuré avec grand soin sur une belle photographie que M. Buisson a bien voulu me prêter, à l'aide de la machine à diviser très précise de Wolfer [1], que celui-ci a obligeamment mise à ma disposition. Les mesures ont été faites dans des régions différentes de la plaque, où la dispersion a des valeurs différentes, et ont donné des résultats bien concordants. Ne considérant que l'écart des composantes extrêmes, j'ai obtenu, pour $\frac{\partial\lambda}{\lambda^2}$, les valeurs suivantes :

$\lambda = 4680$.	$\lambda = 4722$.	$\lambda = 4810$.
5,4999	3,5021	5,5067
5,4999	»	5,4987
5,50098	»	»
5,4977	«	»

Champ magnétique. — Il a été obtenu dans un électro-aimant du dernier modèle construit par P. Weiss; le bobinage est fait avec du tube de cuivre isolé, où une circulation d'eau maintient la température constante et permet d'avoir un champ invariable aussi longtemps qu'on le désire. Il valait 29,398 g; il a été mesuré au galvanomètre balistique par comparaison avec un champ étalon de 21,447 g mesuré au millième près par Foëx et Piccard.

Vérification de la loi de Preston. — Disposant également d'un grand spectrographe de quartz, construit aussi par Jobin sur les données de P. Weiss, j'ai pu répéter les mêmes mesures sur les raies ultraviolettes 3036 et 3018 du groupe suivant de la même série. Il est plus difficile de les obtenir fines. On ne peut réduire la capacité sans perdre trop de lumière : avec une bobine de 0,15 henry et de 3,8 ohms, je les ai eues assez fines pour se prêter à une bonne mesure. Les valeurs des longueurs d'onde des raies du fer ont été prises dans la Table de Kayser [2], mais j'ai dû y apporter quelques corrections au voisinage de $\lambda = 3036$, par des mesures

---

(1) Wolfer, *Zeitschrift für Instrumentenkunde*, octobre 1907.

(2) Kayser, *Ann. der Phys.*, t. III, 1900, p. 195.

faites sur l'atlas du spectre du fer de Buisson et Fabry. J'ai opéré dans deux champs de 28,960 g et de 34,406 g, ce dernier mesuré par la dépression de l'eau dans ce champ, en présence d'une atmosphère d'hydrogène (¹). Je ne pouvais espérer la même précision que sur les raies bleues; j'ai fait cinq mesures de $\frac{\delta\lambda}{\lambda^2 H}$, les résultats varient de 1,864 à $1,879.10^{-4}$, et leur moyenne est

$$\frac{\delta\lambda}{\lambda^2 H} = 1,872.10^{-4}.$$

Ce nombre est le même que celui qu'ont donné les raies bleues; comme les raies ultraviolettes appartiennent à la même série qu'elles, cette concordance fournit une vérification de la loi de Preston, aussi bonne qu'on pouvait l'espérer.

PHYSIQUE. — *Sur le pouvoir diffusif du noir de platine et le coefficient de la loi de Stefan.* Note de MM. **Ch. Féry** et **M. Drecq**, présentée par M. E. Bouty.

On a remplacé, pour les mesures modernes de l'énergie radiante, le noir de fumée, anciennement employé, par le noir de platine. *A priori*, il semble que le nouveau corps absorbant, déposé électrolytiquement sur les soudures des piles thermo-électriques ou les lames du bolomètre, réalise la plupart des conditions requises : bonne conductibilité, absence de corps adhésif mal défini comme le vernis à la gomme laque, etc.

Il nous a semblé intéressant de rechercher, par une mesure directe, avec quelle approximation on pouvait employer ce noir au lieu et place d'un récepteur intégral (²).

Cette question avait déjà préoccupé Melloni qui, par des mesures directes, avait montré que la diffusion du noir de fumée était de 18 pour 100 pour une source de radiation à 400° et 17 pour 100 pour du platine incandescent (³).

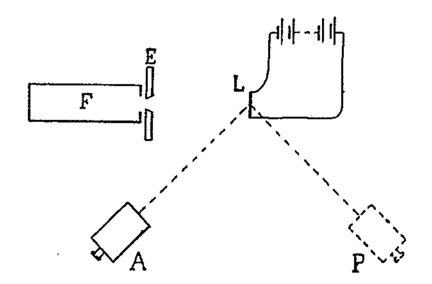
(¹) P. Sève, *Thèse*, Paris, 1912, et P. Weiss et Piccard, *Comptes rendus*, t. 155, 1912, p. 1234.

(²) Des mesures effectuées par l'un de nous ont montré qu'il semble échapper à l'absorption 18 pour 100 environ de l'énergie incidente, quand on emploie des récepteurs noircis par le noir de platine (Ch. Féry, *Comptes rendus*, 5 avril 1909).

(³) *Annales de Chimie et de Physique*, 2e série, t. LXXV, p. 39, et Jamin et Bouty, *Étude des radiations*, t. III, p. 97.

Pour faire cette mesure, nous avons employé une méthode analogue à celle de Melloni : une lame de platine L de $0^{mm},03$ d'épaisseur, recouverte par électrolyse de noir de platine (¹) sur ses deux faces, a été disposée devant un four électrique F.

Un télescope pyrométrique Féry, relié au galvanomètre du même auteur (²), permettait de mesurer, d'une façon très précise, le flux rayonné par la lame sur sa face antérieure ou postérieure, en amenant le télescope de la position A à la position P. Cet appareil était monté à l'extrémité d'un tube pivotant en O, la commande se faisant mécaniquement à distance.



Deux taquets limitaient le mouvement en assurant l'égalité des angles d'incidence (48° sur les deux faces).

Nous avons trouvé ainsi, pour le coefficient d'absorption du noir de platine, la valeur 0,82, moyenne de nos mesures effectuées entre 1250° et 1432° absolus.

Ces résultats montrent que le noir de platine n'est pas supérieur au noir de fumée pour les mesures absolues du rayonnement.

La température de la lame était supérieure de 13° à celle du milieu ambiant.

Ce dispositif se prête très facilement à une nouvelle détermination de l'important coefficient a de la loi de Stéfan et, par suite, de $\sigma = \pi a$.

Si nous faisons, en effet, passer un courant électrique dans la lame, le four ne fonctionnant pas, nous constaterons d'abord que la température de la lame est la même sur les deux faces. Ceci est une garantie de la symétrie du noircissage.

De plus, si l'on construit la courbe des déviations données par le télescope (énergie rayonnée par la lame) en fonction de la puissance électrique

(¹) Procédé Kurlbaum (*Ann. der Physik*, t. LXV, n° 8, 1898).
(²) *Comptes rendus*, p. 1008 de ce Volume.

dépensée dans cette même lame, on obtient rigoureusement une droite dans les limites étudiées. On peut donc repérer sur cette droite la puissance correspondant au rayonnement antérieur W_a et postérieur W_p de la lame lorsqu'elle était soumise au four électrique.

L'énergie dissipée par cette lame était donc

$$W = \frac{W_a}{2} + \frac{W_p}{2},$$

car la droite d'étalonnage par le courant donne l'énergie dissipée *par les deux faces* de la lame. Mais on peut calculer l'énergie versée par le four, qui est équivalente à celle que nous venons d'évaluer électriquement. On peut donc écrire

$$W = aT^4 \frac{SS'}{D^2},$$

où a est le coefficient cherché, dans nos mesures;
T, la température absolue du four;
S, la surface de la lame;
S', celle de l'écran d'eau E;
et D, la distance séparant cet écran de la lame.

On obtient ainsi, comme moyenne de nos mesures,

$$a = 1,97$$

et

$$\sigma = 6,20 \times 10^{-12} \frac{\text{watts}}{\text{cm}^2\,\text{degré}^{-4}}.$$

Cette valeur est un peu inférieure à celle obtenue par nous précédemment [1] parce que la chaleur diffusée ne suit pas la loi de Lambert et la mesure de l'énergie dans une seule direction est insuffisante pour déterminer correctement l'énergie diffusée par la face antérieure.

La mesure des watts par la face postérieure conduit à $\sigma = 5,57$ qui concorde avec les mesures antérieures faites avec des récepteurs plans.

---

(1) Ch. Féry, *Comptes rendus*, 5 avril 1909; Ch. Féry et M. Drecq, *Comptes rendus*, 6 mars 1911.

ÉLECTRICITÉ. — *Méthode de mesure des très grandes résistances.* Note (¹) de M. **Tournier**, présentée par M. A. Haller.

1. La méthode du pont de Wheatstone manque de sensibilité lorsqu'on veut l'appliquer à la mesure des grandes résistances.

2. Pour les résistances électrolytiques mesurées au pont de Kohlrausch, à ce premier inconvénient s'adjoint celui que les réactances des bobines rendent l'extinction du son très difficilement observable.

3. Dans ce cas, et pour des résistances allant jusqu'au mégohm, il a été employé une méthode électrométrique dont voici le principe :

La déviation α d'un électromètre à quadrants est de la forme

$$\alpha = K[(V_0 - V_1)^2 - (V_2 - V_0)^2],$$

V_0, V_1, V_2 sont les potentiels respectifs de l'aiguille et de chacune des paires de quadrants.

Si l'on monte en tension deux résistances R et x traversées par un courant i, et si l'on réunit les deux paires de quadrants respectivement aux deux extrémités non communes de R et x et l'aiguille au point de jonction de R et x, les différences de potentiel $V_0 - V_1$ et $V_2 - V_0$ seront respectivement

$$(V_0 - V_1)^2 = R^2 i^2 \quad \text{et} \quad (V_0 - V_2)^2 = x^2 i^2.$$

L'appareil restera donc au zéro si $x = R$. Cette relation subsiste en courant alternatif, ce qui permet d'employer la méthode à la mesure des résistances électrolytiques.

4. Pratiquement, la mesure des résistances très grandes est impossible par cette méthode, car les résistances étalonnées R sont rarement supérieures au mégohm.

La modification représentée par le schéma ci-contre lève la difficulté.

En appliquant les lemmes de Kirchhoff, on trouve

$$V_0 - V_1 = I\,\frac{R(r_1 + r_2) + r_1(r_2 + x)}{R + r_2 + x},$$

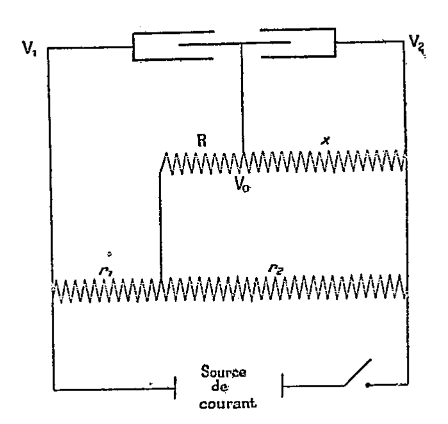
$$V_2 - V_1 = I\,\frac{r_2 x}{R + r_2 + x}.$$

(¹) Présentée dans la séance du 2 décembre 1912.

L'appareil restera donc au zéro, que le courant soit continu ou alternatif, si les deux numérateurs sont égaux, c'est-à-dire si

$$x = \frac{R(r_1 + r_2) + r_1 r_2}{r_2 - r_1}.$$

5. Dans les mesures d'essai de la méthode, les résistances r_1 et r_2 étaient



constituées par deux boîtes identiques montées en série avec un seul jeu de fiches.

La résistance totale de ce potentiomètre était de 111-110 ohms.

La résistance R fixe était une résistance métallique de 1 mégohm; la résistance x était une résistance électrolytique.

La source de courant était le secteur alternatif à 110 volts.

Lorsque $x = 10$ mégohms, l'erreur relative trouvée sur x est inférieure à $\frac{1}{1000}$. Si $x = 100$ mégohms, elle est encore de $\frac{1}{100}$.

6. La méthode permet de mesurer avec une approximation suffisante des résistances considérables.

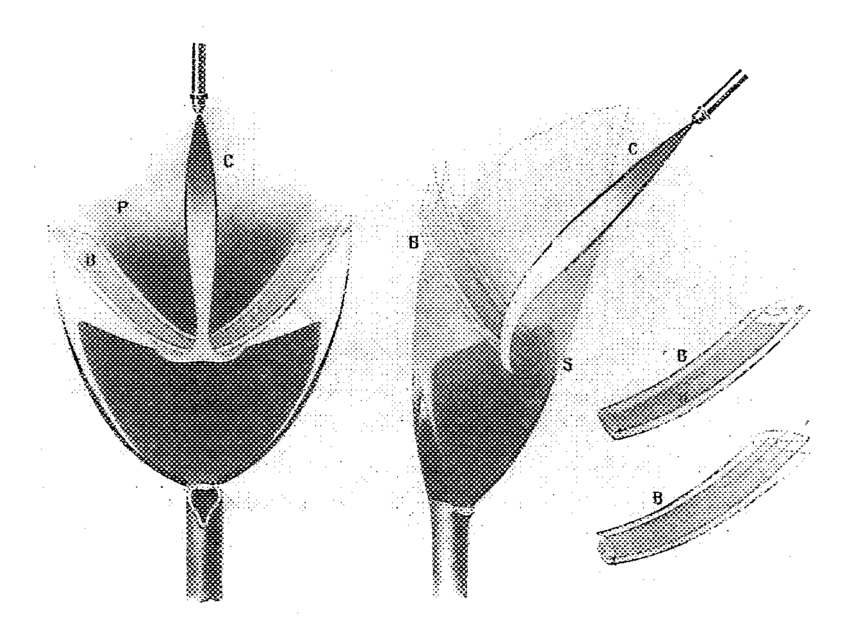
Elle peut être utilisée en courant alternatif, ce qui assigne son emploi à la mesure des résistivités d'électrolytes extrêmement dilués, en solution dans l'eau ou dans les solvants organiques.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur de nouvelles formes de combustion gazeuse tourbillonnaire, et sur leur analogie d'apparence avec certains phénomènes astronomiques.* Note de M. JEAN MEUNIER, présentée par M. A. Gautier.

J'ai fait connaître (*Comptes rendus*, t. 154, p. 698) les conditions à réaliser pour obtenir des spirales lumineuses dans les flammes, et j'ai donné

dans le même Volume, p. 1156, deux figures qui représentent ce phénomène d'une manière approchée. Dans ces premières expériences, je faisais agir un jet de chalumeau sur une flamme assez mince, de gaz d'éclairage, sous une pression 80 ou 100 fois moindre que celle du gaz sortant du chalumeau, de sorte que le jet traversait la flamme, sans éprouver une résistance sensible, et ne se déformait presque pas.

Il en est autrement quand le jet est lancé sur une flamme plus épaisse, et



I. Chalumeau et flamme vus de face. — II. Les mêmes vus de profil. — III. Bourrelet avec hélice. — IV. Hélice réduite en petits globes brillants.
C, chalumeau; P, passée obscure du jet du chalumeau; B, bourrelet; H, hélice; S, spirale.

dont la pression est accrue jusqu'à atteindre à peu près le dixième de celle du chalumeau : la pointe de celui-ci se recourbe sous l'influence de la résistance qui lui est opposée par l'intérieur ininflammable de la flamme antagoniste, et il se produit dans le bourrelet des phénomènes nouveaux dont l'apparence me semble des plus remarquables.

Le centre lumineux de la spirale s'élargit circulairement, avec un éclat régulièrement variable, pouvant rappeler celui des étoiles temporaires ; il passe du jaune au rougeâtre. On voit alors la partie rougeâtre intérieure s'allonger suivant l'axe courbe du bourrelet, grossir et se résoudre en une hélice, en forme de ressort à boudin, dont on peut distinguer chaque spire. Dans les meilleures conditions, elles atteignent plusieurs millimètres de

diamètre avec le petit chalumeau dont je me sers. Toutefois cette hélice ne reste pas continue, elle se brise bientôt en une multitude de points brillants sphériques, qui poursuivent leur mouvement en suivant la trajectoire de l'hélice primitive, jusqu'au moment où, leur combustion étant complète, ils disparaissent. Dans les spires de plusieurs millimètres, on en compte jusqu'à cinq ou six, dont les volumes peuvent être différents les uns des autres. Ils paraissent plus gros quand l'hélice est plus filiforme, et ils sortent du bourrelet suivant sa courbe axiale, les plus gros étant les plus longs à disparaître par consomption.

Au point de vue mécanique, voici une explication élémentaire du phénomène : la vitesse des nappes de la flamme enroulées par le jet du chalumeau est plus grande que précédemment puisque la pression a décuplé, le mouvement qu'elle engendre crée la force centrifuge. D'autre part, l'extrémité du jet du chalumeau, par suite de la résistance en avant, en frappant sur le milieu gazeux incombustible, s'enroule, comme cela est observé, avec une vitesse inverse et, par suite, centripète. La production de l'hélice est la résultante de cet antagonisme, et d'autant mieux qu'il existe des mouvements latéraux.

Au point de vue combustif, il est évident que la combustion passe du mode divergent au mode convergent ([1]), car les sphérules brûlent avec incandescence, et leur éclat devient plus vif à mesure qu'elles diminuent de volume. Il s'est formé des corpuscules solides de carbone, par pyrogénation, comme dans la partie blanche d'une flamme. J'ai observé en effet des *mouches* noires de carbone dans quelques-unes de mes expériences où la flamme rouge tourbillonnaire manquait d'air comburant.

Dans les photographies des nébuleuses et des régions stellaires riches en astres, on remarque une infinité de spirales ou d'astres disposés en boucles formées par les contours des spirales. La reproduction des spirales gazeuses que j'ai décrites (*Comptes rendus*, t. 154, p. 1156) m'avait fait penser, avant d'avoir observé les faits précédents, que la combustion tourbillonnaire devait rassembler la matière solide sous forme de globes, mais je n'avais aucune idée de la façon d'opérer pour reproduire de telles apparences, quand parut un rapport ([2]) détaillé sur l'explosion de grisou du puits Radbod, en Westphalie, le 12 novembre 1908. M. l'inspecteur des mines, Hollender, son auteur, avait constaté la formation de *perles de coke*.

([1]) J. MEUNIER, *Comptes rendus*, t. 148, p. 292 et suiv.

([2]) *Zeitschrift für das Berg, Hütten und Salinenwesen*, 1911.

Étant entré en correspondance avec lui, j'appris que ces perles avaient environ 1^{mm} de diamètre et, fait caractéristique, qu'elles étaient disposées *en forme de boucles*. (*Die Perlen hatten ein Lockeres Gefüge....*)

La production des sphérules dans mes expériences ne tient donc pas à ce que l'élément solide, libéré dans la flamme tourbillonnaire, est le carbone; elle peut avoir lieu avec tout autre élément solide qui ne disparaît pas par combustion, et cela permettrait d'expliquer la formation d'astres et de système d'astres disposés en boucles, en vertu de mouvements tourbillonnaires de gaz, peut-être en combustion, dont les nébuleuses nous offrent les autres caractères.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Théorie de l'efflorescence des hydrates salins.* Note de MM. **Ch. Boulanger** et **G. Urbain**, présentée par M. Haller.

Considérons, pour plus de simplicité, le cas d'un cristal isotrope s'effleurissant, à température constante, dans une atmosphère sèche et illimitée.

L'efflorescence se propage de la périphérie au centre. Dans un cristal partiellement effleuri, on a observé deux zones bien délimitées : la zone extérieure effleurie et la zone intérieure saine.

Désignons par S la surface du cristal primitif et par s la surface de la partie, demeurée saine, du cristal.

On peut considérer la surface s comme saturée de vapeur d'eau à la tension de dissociation P de l'hydrate. Au voisinage de cette surface, mais dans la partie effleurie, la vapeur a une tension plus faible π. Cette tension diminue à mesure que le point considéré se rapproche de la surface extérieure S où sa valeur est ϖ.

La diffusion de la vapeur à travers la couche effleurie est relativement lente. Elle devient extrêmement rapide dans l'atmosphère qui entoure le cristal primitif. La tension passe donc très rapidement de la valeur ϖ à une valeur pratiquement nulle.

A mesure que l'efflorescence progresse, la valeur de ϖ diminue. A l'origine, le cristal étant entièrement sain, ϖ était égal à P.

La surface S paraît donc se comporter comme le ferait celle d'une solution qui se concentrerait spontanément dans une atmosphère sèche et illimitée.

Si cette assimilation est légitime, nous pouvons appliquer à cette surface la loi de Dalton, relative à l'évaporation d'un liquide.

Soit dm la quantité de vapeur d'eau qui s'évapore dans le temps dt, et soit K une constante

$$dm = \mathrm{KS}\varpi\, dt. \tag{1}$$

Nous pouvons appliquer la même loi à la surface s. Soit $d\mu$ la quantité de vapeur d'eau émise par cette surface pendant le temps dt

$$d\mu = \mathrm{K}s(\mathrm{P}-\pi)\,dt. \tag{2}$$

Les valeurs π et ϖ dépendent de l'épaisseur ρ de la couche effleurie. La quantité de vapeur dn qui, pendant le temps dt, traverse une surface parallèle aux surfaces S et s, comprise entre elles mais très voisine de S est, conformément à la théorie de la diffusion :

$$dn = b\mathrm{S}\frac{d\varpi}{d\rho}\,dt. \tag{3}$$

Pendant le même temps, la couche de tension π reçoit de la surface saine du cristal la quantité de vapeur d'eau $d\mu$. En supposant que la tension varie d'une manière continue de la valeur P à la valeur π, on aura de même

$$d\mu = \beta s\frac{d\pi}{d\rho}\,dt. \tag{4}$$

D'autre part, $d\mu$ est proportionnel au volume qui s'effleurit pendant le temps dt

$$a\mu = \gamma s\, d\rho. \tag{5}$$

Enfin $d\varpi$ est évidemment proportionnel à la différence entre la quantité de vapeur d'eau que reçoit la surface S des couches sous-jacentes et celle qu'elle abandonne dans l'atmosphère :

$$d\varpi = \alpha[dn - dm]. \tag{6}$$

Si, entre ces six équations, nous éliminons les variables ϖ, π, ρ, μ, n qui ne sont pas accessibles aux mesures, nous obtiendrons entre m et t une relation qui pourra être soumise au contrôle de l'expérience.

En désignant par θ le temps total nécessaire à l'efflorescence, et par m_θ la perte de matière correspondante, on obtient en posant

$$\frac{\mathrm{KSP}}{\theta^{\frac{\beta}{b}}\left(\frac{\beta}{b}+1\right)} = a, \qquad \frac{\beta}{b}+1 = \mathrm{A},$$

$$\mathrm{Log}\,(m_\theta - m_t) = \mathrm{Log}\,a + \mathrm{A}\,\mathrm{Log}\,(\theta - t),$$

θ et m_0 sont des données expérimentales, l'équation précédente ne renferme donc que deux paramètres a et A. La valeur 1,6 du paramètre A paraît convenir à la plupart des hydrates.

L'expérience montre que cette équation représente bien le régime de l'efflorescence des hydrates salins. La forme cristalline ne paraît pas avoir d'influence sensible sur l'allure du phénomène.

Nous donnerons à titre d'exemple les résultats obtenus avec un cristal de sulfate de soude $SO^4Na^2, 10H^2O$. Ce cristal était partiellement effleuri à l'origine des mesures, effectuées à l'aide de la micro-balance à compensation électromagnétique décrite par l'un de nous (*Comptes rendus*, t. 154, p. 347).

La déshydratation a duré environ 20 minutes à la température de 39°. Le résidu de sulfate anhydre pesait 318 centimilligrammes.

Les résultats d'expérience sont représentés d'une manière très satisfaisante par la relation

$$\text{Log}\,[327 - m] = 0,433 + 1,6\,\text{Log}\,[19,8 - t].$$

Le temps t est exprimé en minutes et les pertes en centimilligrammes.

	t			t			t	
m.	observé.	calculé.	m.	observé.	calculé.	m.	observé.	calculé.
0	0	−0,2	125	5,0	5,0	247	11,35	11,5
11	0,2	+0,3	132	5,3	5,35	251	11,6	11,75
18	0,5	0,5	137	5,5	5,6	257	12,0	12,1
21	0,7	0,7	144	5,7	5,9	264	12,5	12,7
27	0,9	0,9	150	6,1	6,2	268	12,9	12,95
34	1,1	1,2	154	6,3	6,4	274	13,6	13,45
40	1,3	1,35	157	6,4	6,55	279	13,8	13,8
44	1,5	1,5	163	6,7	6,8	283	14,1	14,1
50	1,7	1,8	167	6,9	7,0	287	14,3	14,4
56	2,0	2,0	171	7,1	7,2	291	14,7	14,75
59	2,1	2,1	173	7,3	7,35	296	15,1	15,2
65	2,3	2,4	177	7,5	7,6	300	15,6	15,6
68	2,5	2,55	185	8,0	8,1	305	15,9	16,1
74	2,7	2,8	192	8,2	8,3	309	16,4	16,55
76	2,8	2,85	201	8,7	8,8	314	16,9	17,15
82	3,0	3,15	210	9,1	9,3	318	17,5	17,7
85	3,1	3,25	215	9,4	9,55	321	18,0	18,15
90	3,4	3,45	221	9,7	9,9	323	18,8	18,55
97	3,7	3,75	224	10,0	10,1	325	19,5	18,95
106	4,1	4,2	230	10,3	10,45	326	19,6	19,25
113	4,4	4,5	235	10,6	10,7	326	19,8	
119	4,7	4,75	240	11,0	11,1			

Le sulfate de soude anhydre ne retient pratiquement pas d'eau par adsorption, aussi la concordance entre l'expérience et la théorie est-elle très bonne. Elle est moins satisfaisante si, comme c'est le cas pour le phosphate de soude, le sel anhydre retient les traces d'eau qui ne peuvent être éliminées qu'à haute température.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Conductibilité électrique des alliages* Cu-Sn (rectification). Note de M. **Ledoux**, présentée par M. Henry Le Chatelier.

Dans une précédente Note (¹) nous avons étudié le coefficient de température de la conductibilité électrique des alliages Cu-Sn. En revoyant ces mesures nous avons reconnu deux erreurs importantes pour les teneurs de 25 et 30 pour 100 en volume. Les valeurs exactes sont :

Teneurs en Sn.	Coefficient de température.
25	+ 0,00053
30	+ 0,00050

Les autres valeurs sont bien exactes, au moins dans la limite de précision de nos expériences.

CHIMIE MINÉRALE. — *Action des acides sur l'oxyde uraneux.* Note de M. **A. Colani**, présentée par M. A. Haller.

Au cours d'un travail d'ensemble sur l'action de l'eau, des principaux acides et des solutions salines sur divers composés de l'uranium et du thorium (halogénés, sulfates, phosphates, oxalates), j'ai été amené à examiner l'attaque par les acides de l'oxyde uraneux. Je suis arrivé à des conclusions différant de celles de M. Raynaud dans ses études sur l'oxyde uraneux, au point de vue de sa solubilité dans les principaux acides [2]. Remarquons tout de suite que, dans l'action des acides sur l'oxyde uraneux, il y a une réaction chimique, formation d'un sel uraneux et d'eau, et non simple dissolution. En outre, la réaction inverse est impossible, l'action de l'eau sur un sel uraneux ne donnant jamais d'oxyde uraneux anhydre. L'irréversibilité

(¹) *Comptes rendus*, 1er juillet 1912.

(²) *Comptes rendus*, t. 153, 1911, p. 1480, et *Bull. Soc. chim.*, 4e série, t. XI, 1912, p. 802.

de la réaction est encore bien plus évidente dans le cas de l'acide nitrique ou de l'eau régale.

J'ai étudié l'action de l'acide sulfurique, dans lequel le sulfate uraneux formé est presque insoluble, et celle de l'acide chlorhydrique dans lequel le chlorure uraneux est soluble. Je ne me suis pas servi de l'oxyde uraneux obtenu par calcination en creuset fermé de l'oxalate d'uranyle, comme l'a fait M. Raynaud dans son premier Mémoire, car il donne peu de garanties au point de vue de l'absence totale de traces d'oxydes supérieurs plus attaquables par les acides. J'ai employé de l'oxyde non pyrophorique obtenu par réduction, par l'hydrogène, de l'oxyde vert pur. On introduisait l'oxyde et l'acide dans un ballon, chassait l'air par un courant de gaz carbonique, scellait et agitait mécaniquement 10 heures par jour à une température de 10° à 14°. Après un repos suffisant, la liqueur surnageante était analysée; elle était toujours rigoureusement claire avec HCl, mais un peu louche et opalescente, même après 15 jours de repos, dans le cas de SO^4H^2, ce qui enlève beaucoup de précision aux mesures.

Acide sulfurique. — L'acide sulfurique concentré agissant sur l'oxyde uraneux prend assez vite une coloration légèrement verte, en même temps l'oxyde s'agglomère peu à peu et forme au fond du vase une masse solide, mélange de sulfate et d'oxyde. On a obtenu les résultats suivants, tous les chiffres de cette Note étant rapportés à 100 parties en poids de liquide.

	Composition finale du liquide.	
Durée de l'agitation.	SO^4H^2.	U.
3 semaines	94,2	0,027
9 semaines	93,8	0,042

Ces nombres concordent sensiblement avec ceux de M. Raynaud, mais une grande partie de l'oxyde est transformée en sulfate : le résidu soluble du premier essai, broyé et lavé à l'alcool pour enlever l'excès d'acide sulfurique, contenait 1g,519 de SO^3 pour 4g de UO^2 primitivement employé.

Si l'on opérait en présence de l'air, on aurait formation très lente de sulfate d'uranyle. Pour les fortes concentrations en acide sulfurique, en l'absence ou en présence d'oxygène, la composition finale du liquide sera donnée par les courbes de solubilité des sulfates uraneux ou uraniques dans cet acide, courbes dont je poursuis l'étude.

L'acide sulfurique étendu agit encore très faiblement sur l'oxyde uraneux. Avec 1g de UO^2, 200cm³ de SO^4H^2 étendu (9 semaines d'agitation), on a :

SO^4H^2 pour 100.	U pour 100.
35,4	0,0047
20,5	0,003

Acide chlorhydrique. — L'acide chlorhydrique agit très lentement sur l'oxyde uraneux, et l'attaque se poursuit pendant des mois, peut-être pendant des années. Je me suis borné à mesurer des vitesses d'attaque en faisant agir l'acide sur l'oxyde pendant un temps donné. J'ai obtenu les résultats suivants :

UO^2 pour 200^{cm^3} de HCl.	Durée d'agitation.	Composition finale du liquide. HCl.	U.
4^g	2 semaines	36,3	0,021
4	4 »	36,2	0,032
4	6 »	36,4	0,042
4	9 »	36,3	0,062
4	28 »	35,9	0,551
15	9 »	36,1	0,202
1	9 »	10,4	0,010

L'essai de 28 semaines a été agité de temps en temps à la température ordinaire du laboratoire.

La présence de l'oxygène de l'air semble sans action : un essai opéré dans les conditions identiques à celui de 28 semaines, mais dans un flacon bouché où l'on renouvelait de temps en temps l'air, a donné : HCl 35,1 ; U 0,549.

L'oxyde uraneux noir passant par place au brun, obtenu en chauffant l'oxalate d'uranyle dans un courant d'hydrogène à basse température, est notablement plus attaquable. Pour 4 semaines d'agitation, on a les compositions finales des liquides :

HCl.	U.
35,4	1,465
34,7	0,381
31,1	0,298
26,1	0,099
10,5	0,025

Le premier essai se rapportant à 4^g de UO^2, les autres à 1^g pour 200^{cm^3} de liquide. L'oxyde a été pesé ici à l'état d'oxalate d'uranyle, réduit, puis passé à l'abri de l'air dans l'acide privé d'air par un courant de CO^2 lavé à HCl.

On voit donc que l'oxyde uraneux se dissout lentement dans l'acide chlorhydrique et que la quantité d'oxyde dissous dans un temps donné varie énormément avec le mode de préparation de l'oxyde. La grande différence qu'il y a entre le nombre de M. Raynaud et les miens, dans ce cas, provient très probablement de ce que cet auteur n'a fait agir l'acide sur l'oxyde que pendant un temps trop court.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèses au moyen des dérivés organo-zinciques mixtes. Cétones α-polychlorées. Constitution de la trichloracétone ordinaire.* Note de M. E.-E. Blaise, présentée par M. Haller.

Dans une Note antérieure, j'ai montré qu'on pouvait aisément obtenir les cétones α-halogénées pures à partir des acides halogénés correspondants, en passant par l'intermédiaire des cycloacétals mixtes. J'ai étendu, depuis, ce procédé à la préparation des cétones α-dichlorées et trichlorées. J'espérais, en effet, qu'il serait possible de passer des cétones dichlorométhylées aux cétones-aldéhydes-α et, d'autre part, il y avait lieu de trancher, d'une manière définitive, la question de la constitution de la trichloracétone ordinaire.

Le chlorure de dichloracétyle éthérifie très aisément l'acide α-oxyisobutyrique, que j'ai employé comme acide-alcool intermédiaire, et le chlorure dichloracétoxyisobutyrique, condensé avec les dérivés organo-zinciques mixtes, conduit aux cycloacétals correspondants, dont le dédoublement hydrolytique fournit les cétones dihalogénées cherchées.

$$CHCl^2{-}CO{-}O{-}C(CH^3)^2{-}COCl \rightarrow CHCl^2{-}\underset{\substack{|\\ O\,\text{———}}}{C}(R){-}O{-}\underset{\substack{|\\ CO}}{C}(CH^3)^2 \rightarrow CHCl^2{-}CO{-}R.$$

L'acide dichloracétoxyisobutyrique fond à 95° et le chlorure d'acide correspondant bout à 103° sous 12^{mm}. Ce dernier donne un anilide fondant à 99°-100°. Le cycloacétal oxyisobutyrique de la dichlorométhyléthylcétone bout à 124°,5-125° sous 16^{mm} et forme de très gros cristaux fondant à 51°. L'hydrolyse du cycloacétal a été réalisée par chauffage au bain-marie, avec un mélange d'acide acétique et d'acide chlorhydrique aqueux. L'α-dichlorаméthyléthylcétone ainsi obtenue bout à 138°,5-139°. Traitée par l'hydroxylamine, elle fournit la dioxime de l'éthylglyoxal, qui fond à 128°. En fractionnant le produit brut de l'hydrolyse, j'ai observé parfois la présence d'un corps à point d'ébullition plus élevé. J'espérais pouvoir passer des cétones dichlorométhylées aux cétones aldéhydes, mais des essais très nombreux et très variés sont restés sans résultat notable.

La trichloracétone obtenue par chloruration de l'acétone ordinaire a été considérée pendant très longtemps comme constituant la trichloro-1.1.1-propanone. Cependant, Cloez avait émis des doutes à cet égard. Une simple comparaison de points d'ébullition permet de conclure que la tri-

chloracétone, bouillant à 172°, ne peut pas renfermer le groupe CCl^3. Au Congrès des Sociétés savantes de 1908 (*C. R. Soc. sav.*, 1908, p. 6) j'ai montré que la trichloro-1.1.1-propanone prend naissance dans l'action du chlorure de trichloracétyle sur l'iodure de zinc-méthyle et que cette cétone bout à 134°. La trichloracétone ordinaire, bouillant à 172°, est donc constituée exclusivement par la trichloro-1.1.3.-propanone.

Depuis cette époque, M. Schlotterbeck (*Berichte*, t. 42, p. 2561), en traitant le chloral par le diazométhane, a obtenu une cétone qui, selon toute vraisemblance, est bien la trichloro-1.1.1-propanone. Mais d'une part cet auteur n'a préparé aucun dérivé et, d'autre part, le point d'ébullition qu'il indique : 149°, est très différent de celui que j'ai observé. J'ai donc repris l'étude de la préparation de la trichloro-1.1.1-propanone, mais en passant par l'intermédiaire d'un cycloacétal. En effet, l'action du chlorure de trichloracétyle ne fournit qu'une très petite quantité de cétone halogénée, et le produit principal qu'on obtient est l'éther trichloracétique du diméthyltrichlorométhylcarbinol. Cet éther cristallise en prismes et fond à 40°. Sa constitution est établie par son dédoublement sous l'influence de l'ammoniaque; on obtient, en effet, de la trichloracétamide et de l'acétone-chloroforme.

L'acide trichloracétoxyisobutyrique, obtenu par action du chlorure de trichloracétyle sur l'acide-alcool, fond à 117°. Le chlorure d'acide correspondant bout à 113° sous 18^{mm} et fournit un anilide qui fond à 100°. Traité par l'iodure de zinc-méthyle, il donne le cycloacétal oxyisobutyrique de la méthyltrichlorométhylcétone. Ce dernier est solide et fond à 98°-99°. En l'hydrolysant par ébullition avec un mélange d'acide acétique et d'acide chlorhydrique, on obtient avec un très bon rendement la trichloro-1.1.1-propanone.

Cette cétone halogénée constitue un liquide mobile, à odeur camphrée assez agréable; elle bout à 134° sous la pression atmosphérique et à 57° sous 48^{mm}. La semi-carbazone, peu stable, cristallise en aiguilles et fond vers 140° par projection sur un bain de mercure chauffé à cette température, mais elle se décompose presque immédiatement. La trichloracétone ordinaire, bouillant à 172°, ne peut donc être constituée que par la trichloro-1.1.3-propanone.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Éthérification des cyclanols par les acides aromatiques.* Note de MM. **J.-B. Senderens** et **Jean Aboulenc**, présentée par M. G. Lemoine.

Dans notre dernière Note (¹) nous avons décrit un certain nombre d'éthers-sels obtenus en faisant agir, sur le cyclohexanol et ses homologues *monométhylés*, les acides *forméniques*, sous l'influence catalytique de l'acide sulfurique.

La méthode réussit tout aussi bien avec les dérivés diméthylés du cyclohexanol et avec le menthol ordinaire qui est un méthylisopropylcyclohexanol, ce qui paraît démontrer sa généralité.

Dans tous ces cas, étant donné un mélange de cyclanol et d'acide forménique, en présence de 3 à 4 pour 100 de SO^4H^2, des deux réactions possibles,

$$(1) \qquad \underset{\text{Cyclanol.}}{C^nH^{2n-1}OH} = \underset{\text{Cyclène}}{C^nH^{2n-2}} + H^2O,$$

$$(2) \qquad \underset{\text{Cyclanol.}}{C^nH^{2n-1}OH} + \underset{\text{Acide.}}{RCO^2H} = \underset{\text{Éther hydrocyclique.}}{RCO^2C^nH^{2n-1}} + H^2O,$$

c'est la seconde qui se produit à peu près exclusivement si l'on opère au voisinage de 100°, tandis qu'au contraire la première est toujours importante à la température de l'ébullition du mélange (cyclanol + acide benzoïque) (²).

Nous avons essayé d'appliquer notre procédé à l'éthérification des cyclanols par les acides *aromatiques*, en nous adressant tout d'abord au plus simple de ces acides, l'acide *benzoïque*, que nous avons mêlé au cyclohexanol avec 3 à 4 pour 100 de SO^4H^2 par rapport au volume du mélange (cyclanol + acide benzoïque). L'insuccès a été complet; au lieu de benzoate de cyclohexyle, nous avons obtenu exclusivement du cyclohexène. L'acide benzoïque n'intervenait pas dans la réaction, laquelle se passait d'après la première équation posée plus haut.

Il en est de même lorsque, à l'acide benzoïque, on substitue les acides

(¹) J.-B. Senderens et Jean Aboulenc, *Comptes rendus*, t. 155, 18 novembre 1912, p. 1012.

(²) *Idem*, 8 juillet 1912, p. 168.

toluiques, ortho, méta et para; c'est toujours le cyclène qui se forme exclusivement.

Dans tous ces acides, le carboxyle est uni directement au noyau aromatique. Or, nous avions précédemment remarqué que les acides ainsi constitués éthérifiaient mal *les alcools de la série grasse*, sous l'influence de SO^4H^2 employé comme catalyseur, tandis qu'au contraire l'éthérification de ces mêmes alcools devenait très facile avec les acides dont le carboxyle était séparé du noyau par des chaînons forméniques, tels que les acides phénylacétique $C^6H^5 - CH^2 - CO^2H$ et phénylpropionique $C^6H^5 - CH^2 - CH^2 - CO^2H$ (1).

C'est également ce qui se passe pour les cyclanols.

En opposant le cyclahexanol ou les métylcyclohexanols, ortho, méta et para (1^{mol}) à un léger excès des acides phénylacétique et phénylpropionique ($1^{mol}\frac{1}{3}$), en présence de 2 à 3 pour 100, au plus, de SO^4H^2 par rapport au volume du mélange total de (cyclanol + acide), et en maintenant ce mélange, durant 30 à 40 minutes, au voisinage de 100°, nous avons obtenu, avec des rendements presque théoriques, toute une série d'éthers-sels qui ne paraissent pas avoir été signalés.

Ce sont des liquides oléagineux, incolores et d'une odeur agréable. Distillés sous la pression ordinaire, ils se décomposent partiellement en cyclène et acide libre, selon l'équation

$$\underset{\text{Phénylacétate de cyclohexyle.}}{C^6H^5 - CH^2 - CO^2 - C^6H^{11}} = \underset{\text{Cyclohexène.}}{C^6H^{10}} + \underset{\text{Ac. phénylacétique.}}{C^6H^5 - CH^2 - CO^2H}$$

En réduisant la pression à 25^{mm}, nous avons constaté que, sans aucune purification, les éthers bruts passaient à point fixe dès la première distillation.

Les constantes physiques de ces éthers sont réunies dans les Tableaux suivants :

Points d'ébullition (sous la pression 25^{mm}) :

		Méthylcyclohexyle.		
	Cyclohexyle.	Ortho-	Méta-	Para-
Phénylacétate.........	180°,5	186°	188°	188°,5
Phénylpropionate......	193°,5	198°,5	200°	200°,5

On retrouve, dans ces points d'ébullition, des relations du même genre que celles que nous avons signalées pour les éthers dérivés de ces mêmes cyclanols et des acides forméniques. Il en est de même pour les densités et les indices de réfraction (2).

(1) SENDERENS et ABOULENC, *Comptes rendus*, t. 152, 26 juin 1911, p. 1853.

(2) Cf. SENDERENS et ABOULENC, *Comptes rendus*, t. 155, p. 1012.

Densités D_4^0.

	Cyclohexyle.	Méthylcyclohexyle. Ortho-	Méta-	Para-
Phénylacétate	1,0535	1,0374	1,0323	1,0316
Phénylpropionate..	1,0432	1,0286	1,0235	1,0225

Indices de réfraction n_D^{13}.

	Cyclohexyle.	Méthylcyclohexyle. Ortho-	Méta-	Para-
Phénylacétate..........	1,518	1,512	1,510	1,509
Phénylpropionate......	1,515	1,510	1,508	1,507

En appliquant au menthol ordinaire le même procédé d'éthérification, nous avons préparé, aussi aisément que les éthers précédents et avec des rendements tout aussi avantageux :

Le *phénylacétate de menthyle*, liquide huileux qui s'épaissit vers 0°. Sa densité $D_4^{17} = 0,9887$. Il bout à 205°,5 sous la pression de 25^mm^.

Le *phénylpropionate de menthyle*, qui cristallise en très belles aiguilles fusibles à 28°,5. Il bout à 216° sous 25^mm^.

L'éthérification catalytique des cyclanols, en présence de l'acide sulfurique, réussit donc avec les acides aromatiques comme avec les acides de la série grasse, à la condition toutefois qu'au lieu d'être uni directement au noyau, leur carboxyle s'en trouve séparé par un ou plusieurs chaînons forméniques.

BOTANIQUE. — *Sur la structure anormale de la tige du* Rochea coccinea *D. C.* Note de M. **Raymond Hamet**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Grâce à la subvention que l'Académie des Sciences a bien voulu m'accorder sur le Fonds Bonaparte, j'ai pu continuer mes recherches sur la famille des Crassulacées et plus particulièrement sur les productions anormales qu'on observe dans la tige de quelques espèces de ce groupe.

Après avoir décrit les formations libéro-ligneuses anormales de la tige des *Greenovia* [1], j'ai fait connaître le mode de développement de ces

[1] Raymond Hamet, *Sur les formations libéro-ligneuses anormales de la tige des* Greenovia (*Comptes rendus*, t. 54, 1912, p. 604-606).

curieuses formations ([1]). Je me propose, aujourd'hui, de publier les résultats de mes recherches sur les productions anormales, signalées par Mori ([2]), dans les *Rochea*. D'après le botaniste italien, la tige de ces plantes posséderait plusieurs faisceaux fibro-vasculaires disséminés dans le tissu herbacé. Ces *fasci fibro-vascolari* seraient *chiusi somigliantissimi a quelli che trovansi in generale nelle monocotiledoni*.

Ayant eu à ma disposition plusieurs tiges florifères de *Rochea coccinea* D. C., j'ai pu me convaincre qu'on y observait toujours les caractères suivants :

L'épiderme est composé d'une seule assise de cellules subquadrangulaires, un peu plus larges que hautes, à membranes latérales et internes très faiblement épaissies, à membranes externes légèrement cutinisées.

L'écorce comprend de vingt à vingt-deux assises de cellules hexagonales ou heptagonales, à parois minces, pourvues à tous leurs angles de méats triangulaires. La première et la seconde assises corticales, ainsi que l'avant-dernière et la dernière, sont formées d'éléments un peu plus petits et à membranes légèrement épaissies. Quelquefois, les méats y sont transformés en petits amas de collenchyme. Le périderme fait défaut, mais on observe dans l'écorce quatre petits faisceaux anormaux.

Le liber, disposé en faisceaux plus ou moins nombreux, est composé de trois à six assises de cellules libériennes hexagonales, à membranes minces, dépourvues de méats dans leurs angles. Disséminés dans ce tissu, on observe de petits îlots de tubes criblés contigus et à parois minces.

La zone ligneuse, également disposée en plusieurs faisceaux, est composée de vaisseaux isolés ou groupés par petit nombre au sein d'un parenchyme cellulosique dont les éléments hexagonaux ont des parois minces et sont dépourvus de méats dans leurs angles. Les vaisseaux les plus internes sont écrasés et en voie de résorption.

La moelle est formée de trente à quarante assises de cellules hexagonales-subcirculaires, à parois minces et cellulosiques, pourvues à tous leurs angles de méats triangulaires.

Au voisinage du nœud, deux groupes cribro-vasculaires s'écartent progressivement de la zone libéro-ligneuse. Ces deux groupes, dont les éléments se dirigent un peu obliquement dans l'écorce, sont situés en face l'un de l'autre, extérieurement à la zone libéro-ligneuse normale et de chaque côté de celle-ci.

Chacun de ces groupes émet, de chaque côté, une ramification divergente

---

([1]) Raymond Hamet, *Sur le développement des formations médullaires des* Greenovia (*Ann. des Sc. nat. : Bot.*, 1912, p. 253-256).

([2]) A. Mori, *Saggio monografico sulla struttura istologica delle Crassulacee* (*Nuovo Giornale botanico italiano*, t. XI, 1879, p. 166-168).

qui court obliquement dans l'écorce. Cette ramification, qui s'éloigne de plus en plus du tronçon principal, émet, à son tour, une ramification, puis une seconde. Ces deux ramifications se dirigent obliquement vers la périphérie de la tige. On observe donc, à un certain niveau, un gros faisceau médian presque vertical, et, de chaque côté, trois petits faisceaux verticaux-obliques. Ce sont ces faisceaux qui ont été considérés par Mori comme des formations corticales anormales.

A un niveau un peu supérieur, on assiste à la différenciation de la feuille qui, entourant la tige d'une gaine, est tout d'abord disposée verticalement, puis se fend bientôt latéralement et forme deux lames horizontales. Dans sa partie connée, la feuille présente un épiderme externe composé d'éléments subquadrangulaires, un peu plus larges que hauts, à parois latérales et internes minces, à paroi externe un peu cutinisée; une écorce formée de dix à douze assises de cellules heptagonales, à parois minces, pourvues à tous les angles de méats triangulaires; un épiderme intérieur à peu près identique à l'épiderme supérieur, mais à éléments plus larges. Le tissu cortical est parcouru par de petits faisceaux libéro-ligneux verticaux, identiques à ceux qui constituent la zone libéro-ligneuse normale de la tige.

Ainsi donc, ce sont des faisceaux foliaires normaux que Mori a considérés comme des formations corticales anormales. Quant aux quatre petits faisceaux véritablement anormaux dont j'ai signalé l'existence dans l'écorce, le botaniste italien ne les a pas observés. Mais, m'étant borné jusqu'ici à signaler leur présence, je dois donc étudier, maintenant, leur origine et leur développement.

Un peu au-dessous du nœud on observe, comme je l'ai signalé plus haut, quatre petits faisceaux disposés en croix dans l'écorce. Ces faisceaux sont constitués par un vaisseau, quelques cellules de parenchyme cellulosique et quelques amas de tubes criblés identiques à ceux qu'on observe dans le tissu libérien normal.

Au voisinage du nœud, on constate la disparition de deux petits faisceaux situés en face l'un de l'autre et au-dessous des deux groupes vasculaires dont les ramifications innervent les feuilles.

Comme je l'ai signalé, on observe, au niveau du nœud, deux groupes vasculaires qui s'éloignent de la zone libéro-ligneuse. Les vaisseaux et les tubes criblés, qui constituent ces groupes, se dirigent obliquement dans l'écorce, mais le vaisseau médian, ainsi que les éléments libériens médians, se redressent bientôt verticalement et occupent, par conséquent, une posi-

tion identique pendant tout son parcours dans l'écorce. Le faisceau, ainsi formé, parcourt l'écorce sans se ramifier et sans compliquer sa structure primitive. Il disparaît brusquement, un peu au-dessous du second nœud supérieur, car, les feuilles étant décussées, c'est à ce nœud seulement qu'apparaît le groupe vasculaire qui doit occuper sa place et donner naissance à un nouveau faisceau anormal qui disparaîtra à son tour, un peu au-dessous du second entrenœud supérieur.

ÉCONOMIE RURALE. — *Hybrides de Cobayes sauvages* (Cavia Cutleri, C. aperea) *et de Cobayes domestiques* (C. Cobaya). Note de MM. **L. Blaringhem** et **A. Prévot**, présentée par M. E. Roux.

Dans une série d'essais, commencés en 1909 et continués sans interruption depuis, nous avons obtenu des hybrides féconds entre deux souches de Cobayes sauvages (*Cavia Cutleri* King, *C. aperea* d'Azara) et des Cobayes domestiques (*C. Cobaya* Marcgr.).

I. Au printemps de 1909, M. Lignières, de Buenos-Aires, obtint du Jardin zoologique de cette ville et envoya à l'établissement de l'Institut Pasteur, à Garches, un couple et un mâle de Cobayes garantis sauvages. La femelle mourut durant le voyage; les deux mâles répondaient assez exactement à la description du *Cavia Cutleri* du Pérou (taille du Cobaye domestique, pelage roux (agouti doré) uniforme à reflets brillants, crâne allongé et rétréci au sommet; grande timidité); comme l'a noté M. Nehring [1] dans un cas analogue, ces différences avec le Cobaye domestique sont celles qui distinguent les Lapins de garenne des Lapins de clapier.

Les deux mâles sauvages 1-10 et 3-10, accouplés avec des femelles domestiques de coloris uniforme, noir, ou blanc, ou roux (provenant de lignées contrôlées en ce qui concerne l'uniformité de leur pelage), ont cependant donné des produits de teintes diverses :

Une femelle agouti doré a donné, avec *Cutleri* 1-10, d'abord 4 petits, dont 3 roux, à taches blanches peu marquées aux extrémités des pattes, et 1 gris moucheté de blanc, mort 3 jours après la naissance, puis 2 petits à pelage uniforme roux (agouti doré); le mâle 1-10 est mort 6 mois plus tard (printemps 1910) sans autre progéniture.

Le mâle *Cutleri* 3-10 a donné, avec une femelle blanche ordinaire, 2 petits blancs albinos, à oreilles légèrement teintées de brun, et avec une femelle angora blanc, 2 petits blancs *à poil court;* il vécut jusqu'au 22 octobre 1910 sans produire de nouvelles portées, malgré la fréquente présentation de femelles jeunes.

---

(1) *Ueber die Fortpflanzung und Abstammung der Meerschweinchens* (Cavia Cobaya) (*Der zool. Garten*, t. XXXII, 1891, p. 69 et suiv.).

De ces épreuves de croisement, réalisées en France, entre mâles sauvages *Cutleri* élevés en captivité à Buenos-Aires et des Cobayes domestiques, il suffit de retenir :

1° L'accouplement immédiat et fécond (août-novembre 1909), suivi bientôt d'une période d'infécondité (novembre 1909-octobre 1910);

2° Les variations du pelage, gris ou roux, avec taches claires aux extrémités, qui indiquent un état hétérozygote du père 1-10.

3° La dominance de l'albinisme dans la descendance du *Cutleri* 3-10.

II. M. le Dr Even fit, durant l'été de 1910, un envoi de deux couples de Cobayes sauvages capturés avec de grandes difficultés dans un champ de maïs de sa propriété, au sud de Buenos-Aires. Ces animaux différaient notablement du *Cutleri* par la gracilité des formes, le pelage gris cendré uniforme, le crâne très allongé et rétréci, par la timidité et l'agilité qui rappellent bien plus les caractères du Surmulot (*Mus decumanus*) que ceux du Cobaye domestique ; ils font des bonds de 50^{cm} et grimpent le long des parois de leurs cages. Ils appartiennent bien au type *Cavia aperea*, mais paraissent plus grêles de formes et plus agiles que ne l'indiquent les auteurs [Brehm, *Les Mammifères*, t. II, p. 206; Rengger (1820), E. Friedel (1889), Nehring].

Les couples *aperea* reçus à Garches en août 1910 n'ont rien produit entre eux ; un avortement avec 4 embryons, puis deux avortements de 2 embryons qui eurent lieu en septembre et en novembre 1910 firent espérer une reproduction facile après une période d'acclimatation. Il n'en fut rien : les couples purs, puis les mâles *aperea* appareillés à des femelles jeunes et fécondes de Cobayes domestiques roux, ou gris, ou blancs, ou noirs, furent complètement stériles jusqu'en août 1912, c'est-à-dire durant près de deux ans. Dans l'intervalle, la forte sécheresse de 1911 détermina la perte des deux femelles et d'un mâle ; depuis, l'unique mâle survivant a fourni avec quatre femelles blanches cinq portées :

1re femelle,	4-5 août 1912.........	2 petits	
»	3 novembre 1912......	3 »	dont 1 mort à la naissance
2e »	10 août 1912.........	1 »	
3e »	15-16 septembre 1912..	3 »	dont 1 mort à la naissance
4e »	8-9 octobre 1912......	2 »	

Il faut insister d'abord sur le faible produit des portées. La moyenne des portées de Cobayes domestiques à Garches est de 4 petits; elle s'élève même à 5 pour quelques lignées de Cobayes blancs, plus féconds que les Cobayes de teinte sombre (1). Il semble donc que l'*influence paternelle suffit pour diminuer la productivité des portées.*

De plus, tous les petits de toutes les portées ont offert la même teinte

(1) A. Prévot, *Relations entre la couleur, la sexualité et la productivité chez le Cobaye* (*Recueil de Médecine vétérinaire*, t. LXXXIX, 1912, p. 251).

uniforme roux (agouti doré), qui n'est pas celle du père (gris cendré), mais bien celle du *Cavia Cutleri* envoyé en Europe après une captivité prolongée au Jardin zoologique de Buenos-Aires. Cette constatation fournit sur la nature de l'espèce *Cavia Cutleri*, dont la valeur est très discutée, une explication qui mérite d'être vérifiée par des études sur place.

Cavia Cutleri n'est peut-être qu'un hybride fécond entre *Cavia aperea* sauvage et *C. Cobaya* domestique à Buenos-Aires. On s'expliquerait ainsi :

D'une part, les résultats de nos essais de croisements : (4) *Cobaya* blanc × *Aperea* donnent 11 roux uniforme (*Cutleri?*), (2) *Cobaya* blanc × *Cutleri* 3-10 donnent 4 blancs albinos (retour);

D'autre part, l'opinion de tous les auteurs qui veulent que *Cavia Cutleri*, et non *Cavia aperea*, soit la souche du Cobaye domestique [1].

Enfin, on doit signaler la transmission héréditaire, avec dominance marquée, de la timidité et de l'agilité propre aux parents sauvages.

PHYSIOLOGIE. — *Contribution au traitement des enfants arriérés par les extraits endocriniens associés.* Note de M. **Raoul Dupuy**, présentée par M. Edmond Perrier.

Lors d'une précédente Communication (avril 1912), nous avions fait remarquer que la diversité des types d'enfants *arriérés* ne nous permettait pas d'en faire une classification clinique véritablement exacte, si l'on voulait, en même temps, tenir compte des tares physiques, psychiques et sensorielles.

Cependant, en se basant sur l'anatomo- et la physiopathologie, il est possible d'établir une distinction, qui ne manque pas d'intérêt pour le traitement, entre les arriérés du fait d'une *lésion* d'un organe de première importance et ceux qui ne présentent que des troubles dans *l'évolution* ou le *fonctionnement* de ces mêmes organes et ceci sans lésion.

Il ressort, de cette considération préliminaire, que les enfants arriérés peuvent être divisés en deux catégories. Nous proposons les dénominations *d'atrophiques* et de *dystrophiques*.

---

[1] On connaît un exemple très analogue, et bien établi, de substitution d'espèce cultivée à une espèce sauvage, qui se produit au Mexique par un état hybride intermédiaire décrit d'abord comme une espèce sauvage : *Zea Canina* Watson = *Euchlæna* × *Zea* (Blaringhem, *Mutations et Traumatismes*, 1907, p. 213-220).

Toutefois cette division ne saurait être rigoureuse, car, dans des cas assez nombreux, on est en présence de *formes mixtes*, dans lesquelles l'atrophie et la dystrophie sont réunies dans des proportions des plus variables.

Mais qu'ils soient atrophiques ou dystrophiques purs, ces enfants sont porteurs d'anomalies corporelles, intellectuelles ou sensorielles, qui, ayant bien souvent une commune origine, ne sauraient être étudiées séparément.

Nous insistons à dessein sur cette *origine commune* pour souligner l'importance capitale qu'a l'examen somatique et sensoriel de sujets qu'on présente à un médecin simplement pour une consultation mentale.

Dans les formes mixtes, il est bien entendu que les origines sont également mixtes.

L'arriéré atrophique par suite de traumatisme, d'infection héréditaire ou acquise, a une *lésion* qui, selon sa localisation et sa gravité, détruit telle ou telle fonction, à moins qu'une suppléance se produise.

Par exemple, la lésion du cerveau peut avoir à la fois, ou séparément, un retentissement sur le corps, l'esprit et les sens (paralysies et atrophies, idiotie, cécité).

L'enfant grandira, mais les troubles, causés par les lésions chroniques du neurone, n'en persisteront pas moins.

Pour les atrophiques, le pronostic est donc mauvais, car leur état est *définitif*. La pédagogie appropriée seule est capable de donner des résultats comme chez les aveugles et les sourds-muets (arriérés atrophiques sensoriels).

L'arriéré dystrophique est tout autre. C'est un sujet en état d'évolution morbide pour lequel des soins constants sont nécessaires. C'est un *attardé*, un enfant né parfois en état d'immaturité par suite de retards pendant sa vie fœtale. C'est aussi un *déséquilibré sympathique* chez lequel la croissance est désordonnée par suite d'une nutrition cellulaire défectueuse, de rétention et de déminéralisation urinaires, d'hypoglobulie et d'hyperleucocytose, d'hypo- et plus rarement d'hypertension artérielles. C'est enfin un *intoxiqué*, un auto-intoxiqué du fait des anomalies précédentes.

Dans cette deuxième forme, qui comprend des cas si nombreux et si fréquents, les travaux actuels nous permettent d'incriminer à peu près sûrement le mauvais fonctionnement des sécrétions et surtout celui de toutes les sécrétions internes.

L'enfant arriéré dystrophique correspond à un *syndrome pluriglandulaire*.

Les travaux de Claude et Gougerot, Sancte de Sanctis, Muller, Murri,

Muranon, Sourdel, etc., semblent bien indiquer que les troubles corporels, qui constituent de nombreux types de syndromes pluriglandulaires, ont des points de ressemblance communs avec les troubles physiques que l'on constate chez les enfants arriérés.

Ce que nous voudrions mettre en évidence c'est que, dans les syndromes pluriglandulaires, les troubles corporels s'accompagnent presque toujours d'anomalies psycho-motrices, c'est-à-dire cérébrales (asthénie ou hypersthénie) qui, quoique faisant partie intégrale du type considéré, n'ont pas été mises assez en lumière par les auteurs.

Les troubles psychiques des enfants arriérés dystrophiques ont une origine endocrinienne et pluriglandulaire, au même titre que leurs anomalies corporelles.

L'embryologie vient confirmer cette opinion.

Si l'on met à part le thymus, qui semble avoir un rôle au moment de l'évolution fœtale et dans les deux premières années de la vie, et les glandes génitales, qui entrent en action surtout à l'époque de la puberté, pour compléter le caractère de chacun des sexes, nous constatons que le corps thyroïde, l'hypophyse et les surrénales font partie d'un même système : le système sympathique, dont elles paraissent être les relais excito-moteurs.

L'ablation de ces trois glandes est incompatible avec la vie et les lésions de l'une d'elles produisent la *vicariance* d'une autre (qui est dite antagoniste), car elles sont solidaires.

Cette solidarité ne les empêche pas d'avoir une origine différente dans l'évolution blastodermique. L'hypophyse est en partie ectodermique, la surrénale est mésodermique, le groupe thyro-parathyroïdien est endodermique.

Aussi dans les cas d'arriération infantile dystrophique, qui intéressent habituellement les systèmes issus des trois feuillets du blastoderme, est-il nécessaire de prescrire non pas simplement l'opothérapie thyroïdienne, mais *l'opothérapie associée*, employée et dosée selon l'effet désiré (substitution, antagonisme, etc.).

Toutefois, la méthode opothérapique à elle seule ne saurait constituer le traitement médical. Excitatrice, frénatrice, antitoxique, fixatrice des matériaux qui assurent la croissance, elle ne saurait être véritablement efficace que si le sujet absorbe une ration d'entretien et une ration de croissance.

Aussi dans la plupart des cas est-il nécessaire d'adjoindre, à l'opothérapie associée, un régime spécial, riche en hydrates de carbone et en sels minéraux : chaux, phosphore, potasse, soude, magnésie, chlore, silice, manganèse, fer.

Comme nous l'avons déjà dit, sous l'influence de cette médication, nous avons constaté des résultats des plus intéressants, non seulement chez les apathiques et les instables, mais aussi chez certains enfants atteints d'épilepsie ou de mal de Little, qui présentaient des malformations corporelles dystrophiques : nanisme, obésité génito-dystrophique, etc.

Comme disait Bourneville, dès que l'entourage s'aperçoit que l'enfant n'est pas comme un autre, il faut le traiter. Le traitement doit être précoce pour donner des succès dont les plus grands ennemis sont l'aveuglement, l'optimisme et l'orgueil coupable des parents.

EMBRYOLOGIE. — *Sur le développement du squelette de l'aile chez le Pingouin*. Note de MM. **R. Anthony** et **L. Gain**, présentée par M. Edmond Perrier.

Au cours de la *deuxième Expédition antarctique française* (1908-1910), l'un de nous s'est efforcé de recueillir un ensemble de documents embryologiques aussi complets que possible, concernant les quatre espèces suivantes de Pingouins : *Pygoscelis antarctica* Forster, *P. papua* Forster, *P. Adeliae* Hombron et Jacquinot, *Catarrhactes chrysolophus* Brandt.

Nous nous bornerons à exposer dans cette Note préliminaire les résultats généraux auxquels nous sommes parvenus en ce qui concerne le développement du squelette du membre antérieur.

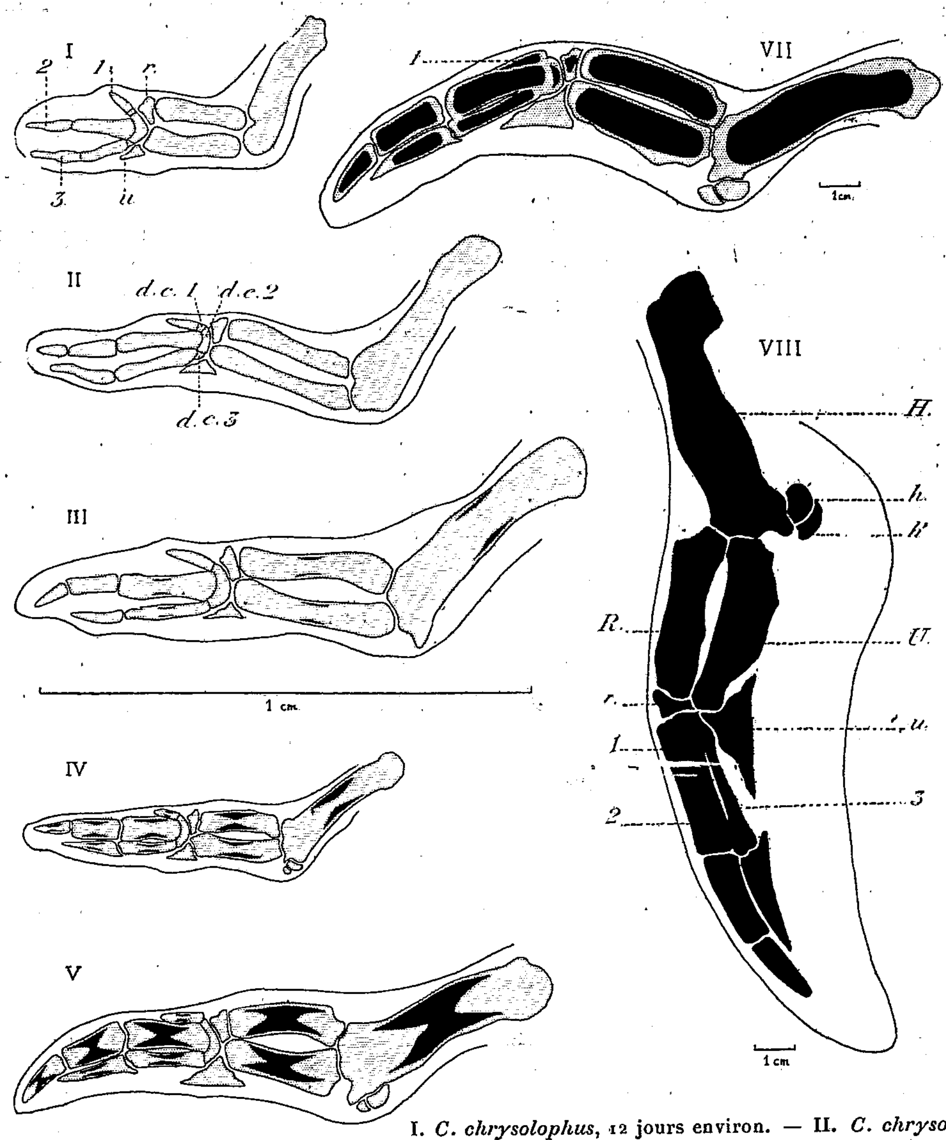
Cette étude, déjà entreprise par W.-P. Pycraft, mais avec des matériaux beaucoup moins abondants que les nôtres, présente un intérêt tout particulier en raison de la spécialisation excessive qui caractérise ces oiseaux.

Pour établir la figure ci-contre qui résume notre Communication, nous avons choisi, dans les quatre espèces d'ailleurs à peu près identiques au point de vue du squelette de l'extrémité antérieure, les stades les plus caractéristiques.

Dans le stade I, on distingue très nettement les éléments au nombre de deux, *r* et *u*, qui constituent la rangée proximale du carpe; et ceux au nombre de trois (*dc*1, *dc*2, *dc*3) qui constituent sa rangée distale. Les rayons terminaux, au nombre de trois, comprennent, le premier un seul segment; le second (cela nous a paru du moins) et le troisième, deux segments. Ils sont nettement écartés les uns des autres.

Au stade II, les rayons tendent déjà à se rapprocher les uns des autres et le segment distal du deuxième se montre subdivisé.

Au stade III, les éléments carpiens distaux sont réunis en une masse unique. En



I. *C. chrysolophus*, 12 jours environ. — II. *C. chrysolophus*, 14 jours environ. — III. *P. Adeliae*, 16 jours environ. — IV. *P. papua*, 3 semaines environ. — V. *P. antarctica*, 4 semaines environ. — VI. *P. Adeliae*, poussin d'une dizaine de jours. — VII. *P. Adeliae*, jeune de 3 semaines à 1 mois. — VIII. *P. Adeliae*, adulte.

H = humérus; *h*, *h'* = sésamoïdes post-huméraux; R = radius; U = cubitus; *r* = radial; *u* = cubital; *d.c*, 1, 2, 3 = carpiens distaux; 1, 2, 3 = rayons terminaux.

même temps, on voit l'ossification commencer à la périphérie de l'humérus, du radius et du cubitus et des segments proximaux des rayons 2 et 3.

Dans le stade IV, les rayons terminaux sont accolés, et, tous les segments digitaux sans exception présentent des débuts d'ossification. En même temps on voit apparaître, derrière l'extrémité distale de l'humérus, deux petits éléments cartilagineux que Filhol, avec raison à notre avis, considère comme des sésamoïdes; ils sont développés à l'intérieur des tendons du triceps.

Au stade V, l'envahissement du tissu osseux est encore plus marqué; les rayons 1 et 3, les moins importants au point de vue fonctionnel, sont notablement en retard.

Dans le stade VI, le massif cartilagineux, constitué par les trois éléments carpiens distaux, s'est réuni aux segments proximaux des doigts, et ces derniers, commençant déjà à se confondre, ne sont plus distincts que par leurs centres d'ossification respectifs.

Au stade VII, un centre d'ossification existe dans le radial *r* et un autre dans le massif carpien distal. En ce qui concerne ce dernier, on peut se demander si, dans un stade intermédiaire, le centre d'ossification unique n'était pas décomposé en trois centres distincts répondant respectivement à $dc1$, $dc2$, $dc3$, centres qui se seraient confondus par la suite. Peut-être n'en est-il point ainsi et l'on se trouverait alors en présence d'un cas net d'accélération embryogénique.

Le stade VIII enfin représente l'état adulte.

Entre le stade VII et le stade VIII, les termes de passage nous manquent. Il eût été intéressant d'essayer de se rendre compte si le cubital *u* a simplement la signification d'un carpien proximal ou s'il représente à la fois, comme c'est possible, un carpien proximal, un carpien distal et un quatrième rayon atrophié.

ZOOLOGIE. — *Sur le développement de la muraille chez le* Xenobalanus globicipitis *Steenstrup*. Note de M. **A. Gruvel**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

Dans la collection qui nous a été envoyée pour étude par S. A. S. le Prince de Monaco, nous avons rencontré un assez grand nombre d'individus de *Xenobalanus globicipitis* Steenst. parmi lesquels des formes extrêmement jeunes qui nous ont permis de suivre le développement de la muraille si curieuse de ce Crustacé, depuis le stade immédiatement post-cypridien jusqu'à l'adulte.

Darwin avait nettement vu que ce Cirrhipède qui, à première vue, pourrait être pris pour un Pédonculé, était en réalité un Operculé, à cause de la muraille qui reste toujours très rudimentaire, quoique fort nette, et d'où émerge le corps très allongé de l'animal proprement dit.

Nous avions nous-même étudié chez l'adulte la structure qui paraît assez compliquée

de cette muraille (¹); mais, à cause de matériaux insuffisants, nous n'avions pas pu, dès cette époque, en suivre le développement qui permet de comprendre la structure de la muraille chez l'adulte d'une façon très claire.

Les individus, qui viennent à peine de dépasser le stade cypris, se présentent sur la peau de leur hôte (*Globicephalus*, *Pseudorca*, etc.) comme une sorte de petit pustule rosé, entouré d'une très mince couronne blanche bordée, elle-même, par un bourrelet épidermique de l'hôte.

Le petit bouton rosé central n'est autre que le jeune *Xenobalanus*, la couronne blanche qui l'entoure forme la muraille très mince et friable et le tout se trouve comme enchâssé dans une sorte de bourrelet épithélial annulaire de l'hôte, formé par un refoulement lent des tissus par le développement de la muraille; le tout n'atteignant pas 1^{mm} de diamètre et formant une saillie à peine sensible et uniforme.

A ce moment, la muraille semble formée par une simple couronne continue, mince et calcaire, un peu allongée dans le sens rostro-carénal.

Mais, sur une coupe mince, on aperçoit très nettement des points de suture, encore irréguliers, qui divisent néanmoins cette muraille en six fragments ou *pièces*, réunies entre elles par une membrane qui reste vivante, mais où il est impossible de distinguer les ailes des rayons.

Chacune de ces pièces est constituée par une lame membraneuse, chargée de nodules calcaires et tapissée, à l'intérieur, par un prolongement du manteau de l'animal. Elle correspond alors à la muraille la plus élémentaire du *Chthamalus stellatus*, par exemple.

A mesure que la muraille grandit, les zones suturales se développent, et, dès qu'elle atteint $1^{mm},5$ de diamètre, on peut distinguer les rayons et les ailes. Le diagramme correspond alors, exactement, à celui d'un *Balanus* jeune quelconque.

Des canaux membraneux, qui ne tardent pas à disparaître, apparaissent dans la carène et le rostre, puis les ailes et les rayons poussent, à leurs points de contact, des saillies externes, d'abord très légères, qui se développent de plus en plus et laissent entre elles une cavité suturale de forme ellipsoïde, sur la coupe, en réalité un véritable canal longitudinal rempli de matière vivante.

Bientôt la couche hypodermique, qui recouvre extérieurement la paroi calcaire, pousse, au milieu même de l'épiderme de l'hôte, des prolonge-

(¹) A. Gruvel, *Revision des Cirrhipèdes appartenant à la collection du Muséum d'Histoire naturelle* (*Nouvelles Archives du Muséum*, 4ᵉ série, t. VI, p. 100).

ments plus ou moins régulièrement radiaires, non seulement sur la partie centrale de chaque pièce, mais encore sur les rayons et même sur les ailes, de façon à former comme une étoile à six branches et à rayons scalariformes.

Tous ces prolongements latéraux de la paroi, qui s'enfoncent de plus en plus dans l'épiderme de l'hôte, forment comme des sortes de crampons destinés à maintenir, d'une façon très énergique, le parasite sur le grand cétacé qui le porte normalement.

C'est ainsi que nous obtenons peu à peu la structure définitive de la muraille du *Xenobalanus* que nous avons décrite ailleurs, et qui nous permet de comprendre très facilement la structure de la muraille chez les *Coronula* et les *Cryptolepas* où elle atteint, croyons-nous, son maximum de complication.

Les pièces operculaires (scuta et terga) ne semblent exister à aucun moment de la vie de l'animal, même larvaire.

Pendant ce temps, l'animal proprement dit s'allonge peu à peu, sort de la cuvette formée par la muraille et présente bientôt tout à fait l'aspect d'un jeune *Alepas*. Le manteau se développe beaucoup à la partie dorsale de l'ouverture palléale, deux lobes très petits apparaissent qui grandissent et l'animal prend alors son aspect définitif.

ZOOLOGIE. — *Sur une nouvelle variété pœcilogonique du* Palæmonetes varians *Leach*. Note de M. E. Sollaud, présentée par M. E.-L. Bouvier.

Giard a désigné sous le nom de « *Pœcilogonie* » un mode particulier de variation, qui porte uniquement sur les formes embryonnaires et larvaires. Il peut arriver, en effet, que des différences dans les conditions biologiques du milieu déterminent, dans le mode de développement, des variations plus ou moins considérables, sans que la morphologie de l'adulte en soit sensiblement affectée ([1]).

Un des exemples le plus typiques de pœcilogonie est celui qui a été signalé dans une petite crevette de la famille des *Palæmonidæ*, le *Palæmonetes varians* Leach ([2]).

([1]) A. Giard, *La Pœcilogonie* (*Bull. sci. Fr. Belg.*, t. XXXIX, 1905, p. 153-187).

([2]) J. Boas, *Ueber den ungleichen Entwicklungsgang der salzwasser- und der süsswasser Form von Palæmonetes varians* (*Zool. Jahrb.*, *Abth. f. Syst.* t. IV, 1889, p. 793-805, *Pl. XXXIII*). — A. Giard, *De l'influence de l'éthologie de l'adulte*

Le long des côtes occidentales de l'Europe, le *Palæmonetes varians* vit dans l'eau saumâtre, notamment à l'embouchure des cours d'eau ; les femelles pondent de 100 à 450 œufs de faibles dimensions, qui mesurent, suivant leur grand axe, de $0^{mm},7$ à $0^{mm},8$: c'est le *Palæmonetes varians microgenitor*. En Italie et dans la presqu'île des Balkans, la même espèce est adaptée à l'eau douce; dans ce nouvel habitat, les femelles produisent des œufs beaucoup plus gros, beaucoup plus riches en vitellus nutritif, mais en nombre plus restreint : chaque ponte comprend seulement de 20 à 50 œufs, qui ont de $1^{mm},3$ à $1^{mm},4$ de longueur : c'est le *Palæmonetes varians macrogenitor* [1].

Cette différence dans les dimensions relatives des œufs retentit d'une façon profonde sur la marche du développement. Dans la variété *microgenitor*, la première forme larvaire est une *zoé* très active, qui se met immédiatement à la recherche de sa nourriture, et nage çà et là, grâce aux battements rapides des fouets exopodiaux des maxillipèdes. Les pattes n'existent encore qu'à l'état d'ébauches, repliées sur la face ventrale du corps, et il n'y a pas d'appendices abdominaux; par leur allure générale, ces larves rappellent tout à fait celles des Palémonidés marins communs sur nos côtes (*Leander serratus*, *L. squilla*, *L. adspersus*). Au cours de leur évolution ultérieure survient une phase *mysis*, où les membres sont au complet, et où les quatre premières paires de pattes portent des exopodites qui fonctionnent comme rames natatoires. Puis, tous ces exopodites disparaissent simultanément, quand se produit la mue qui transforme la larve mysis en une jeune crevette.

Les choses se passent tout autrement dans le *P. varians macrogenitor*. Une plus grande partie du développement s'effectue à l'intérieur de l'œuf, et l'éclosion met en liberté des larves très avancées, qui auront bien moins de transformations à subir pour atteindre la forme adulte. Ces larves sont lourdes, presque immobiles, et se contentent de digérer les matériaux nutritifs dont elles sont encore abondamment chargées. Les cinq paires de pattes sont bien développées et nettement différenciées en deux paires de chélipèdes, déjà munis de leurs pinces, et trois paires de pattes ambulatoires; les cinq premiers segments de l'abdomen sont pourvus de leurs appendices; seuls les uropodes, c'est-à-dire les appendices de la dernière paire, font encore défaut.

---

sur l'ontogénie de « Palæmonetes varians » Leach (*C. R. Soc. Biol.*, 9e *série*, t. I. 1889, p. 326). — Ces deux auteurs ont signalé presque simultanément l'existence, chez le *Palæmonetes varians*, de deux variétés pœcilogoniques, pour lesquelles ils ont créé, indépendamment l'un de l'autre, les noms de *microgenitor* et *macrogenitor*.

(1) Je tiens à bien spécifier que toutes les mesures données dans cette Note se rapportent à des œufs récemment pondus; leur taille augmente en effet dans de notables proportions au cours du développement embryonnaire. Quant aux variations parfois considérables constatées dans le nombre des œufs d'une même ponte, elles sont dues essentiellement aux différences de taille des femelles considérées. Les auteurs n'ont pas tenu compte de ces faits dans leurs éléments de comparaison.

Cette forme larvaire ne peut pas être comparée à l'un des stades mysis réalisés au cours des métamorphoses dans la variété *microgenitor*. D'une part, en effet, *les pattes* I *et* II *sont seules munies d'exopodites*, destinés à disparaître bientôt, après un petit nombre de mues. D'autre part, les appendices buccaux, contrairement à ceux des larves qui vivent en eau saumâtre, sont peu différenciés et ont conservé un aspect embryonnaire : maxillules et maxilles, notamment, sont encore dépourvues de soies masticatrices sur leur bord interne; ce sont des organes infonctionnels, inutiles d'ailleurs, tant que la provision de vitellus est suffisamment abondante.

Les deux types de développement jusqu'à présent connus sont-ils les seuls qui soient réalisés, chez le *Palæmonetes varians*, dans toute l'étendue de son habitat? L'espèce a été capturée en eau douce, non seulement dans les régions méridionales de l'Europe, mais encore en différentes parties de l'Afrique du Nord; les collections du Muséum en renferment notamment de nombreux spécimens recueillis en *Tunisie*. Il était légitime de se demander si des conditions spéciales, rencontrées dans ce pays lors de l'adaptation à l'eau douce, n'avaient pas provoqué l'apparition de formes larvaires d'un type différent. Or, j'ai pu constater que, par leur nombre et par leurs dimensions, les œufs des exemplaires tunisiens du *Palæmonetes varians* sont intermédiaires entre ceux des formes *microgenitor* et *macrogenitor :* ces œufs, riches en vitellus, mesurent de 1^{mm}, 1 à 1^{mm}, 2 de longueur, et leur nombre varie de 60 à 100. Grâce à l'amabilité de M. Mancier, pharmacien-major à l'hôpital militaire de Gabès, j'ai pu me procurer un grand nombre de femelles ovigères, capturées dans l'oued qui arrose cet oasis; dans quelques-unes de ces femelles, les œufs renfermaient des embryons parvenus au terme de leur développement et sur le point d'être mis en liberté. En disséquant ces embryons, j'ai pu me convaincre que la larve se présentait à l'éclosion sous un aspect différent de celui qu'elle revêt dans l'une ou l'autre des deux variétés européennes; je désignerai, provisoirement au moins, cette nouvelle variété pœcilogonique sous le nom de *Palæmonetes varians mesogenitor*.

Ces larves, encore pourvues d'un abondant vitellus, possèdent tous les appendices de l'adulte, à l'exception des uropodes; appendices thoraciques et abdominaux, déjà bien développés, sont à peu près semblables à ceux de la forme *macrogenitor;* mais *aucune des cinq paires de pattes ne porte d'exopodites*. D'autre part, les appendices buccaux sont assez bien différenciés, et leurs soies ou épines masticatrices sont à peine moins nombreuses et moins fortes que dans les zoés du *P. varians microgenitor*. Il suffira de simples modifications de détail pour conduire ces larves jusqu'à la forme adulte définitive.

Le passage du *Palæmonetes varians* des eaux saumâtres dans les eaux douces a donc, dans tous les cas, un effet indéniable : l'accumulation beaucoup plus abondante du vitellus dans l'œuf. Il en résulte une évolution beaucoup plus condensée, les larves n'éclosant qu'à une phase très tardive du développement. Mais comment interpréter les divergences observées dans les deux variétés d'eau douce, *mesogenitor* et *macrogenitor?* Les différences dans les propriétés physiques et chimiques du milieu (température, présence en quantité notable de sels magnésiens dans les eaux tunisiennes, etc.) expliquent peut-être les différences constatées dans l'abondance relative du vitellus et, par suite, dans le degré de différenciation des appendices buccaux, qui paraît en dépendre. D'autre part, il faut sans doute faire entrer en ligne de compte l'époque plus ou moins reculée à laquelle s'est produite l'adaptation à l'eau douce : les deux paires d'exopodites qui apparaissent encore transitoirement sur les chélipèdes, dans la forme *macrogenitor*, sont de dimensions réduites et manifestement en voie de régression; il est certain que ces exopodites sont appelés à disparaître complètement, comme ils ont disparu déjà dans la forme *mesogenitor*. Enfin, il est important de considérer que la ségrégation a donné naissance, peut-être même avant que se manifeste la moindre divergence dans les types larvaires, à des races géographiques plus ou moins nettement caractérisées : Brožek a montré qu'il existe de légères différences, dans le polygone de variation du nombre des dents rostrales supérieures, entre les individus de l'Europe méridionale et ceux de l'Europe occidentale (1); les exemplaires de Gabès se distinguent généralement à première vue de leurs congénères européens, par leur rostre plus court et leurs formes plus trapues. Dans ces conditions, on comprend qu'une même cause, s'exerçant sur des êtres qui ont un patrimoine héréditaire légèrement différent, ait pu produire des effets dissemblables.

Les connaissances acquises jusqu'à présent sur la variabilité du *Palæmonetes varians* (tant de l'adulte que des formes larvaires) montrent combien il serait désirable que des recherches minutieuses fussent poursuivies sur cette espèce dans toute l'étendue de son vaste domaine (2); par sa remarquable plasticité, le *Palæmonetes varians* paraît en effet constituer un objet de choix pour l'étude des modalités de la variation et des facteurs qui la régissent.

---

(1) A. Brožek, *Ueber die Variabilität und Localformen bei « Palæmonetes varians » Leach...* [*Sitzb. d. kön. böhm. Ges. d. Wiss. : II. Classe* (1907, n° XVI, p. 1-17, 1 pl.).]

(2) Le *P. varians* vit en grande quantité dans l'eau saumâtre, le long des côtes atlantiques de l'Europe, de la Scandinavie au Portugal; il existe dans les mêmes conditions sur la côte occidentale du Maroc et sur les bords de la mer Noire. On l'a trouvé dans l'eau douce, non seulement en Italie, dans la péninsule des Balkans et en Tunisie, mais encore en Syrie et en Égypte.

EMBRYOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *L'action des rayons X sur la segmentation de l'œuf d'*Ascaris megalocephala. Note de M. E. **Fauré-Fremiet**, présentée par M. Henneguy.

Perthes (1904), en étudiant l'action des rayons X sur la segmentation de l'œuf d'*Ascaris*, a montré que l'irradiation des œufs indivis avec une intensité correspondant à 24 unités Holzknecht n'entraîne ni la mort de l'œuf, ni l'altération des processus mitotiques, mais détermine : 1° un ralentissement notable de la segmentation; 2° une fragmentation des grands chromosomes; 3° la formation d'embryons à région postérieure monstrueuse.

Paula Hertwig (1911) a montré qu'avec le radium les résultats sont comparables; elle pense que les anomalies ultérieures du développement sont dues à l'altération profonde des substances nucléaires.

La question se pose de savoir si l'action perturbatrice exercée sur la segmentation par les rayons X peut être analysée davantage et de savoir quelle lignée cellulaire est atteinte particulièrement. Grâce à M. le Dr Regaud, qui a bien voulu mettre ses appareils à ma disposition et m'aider de sa compétence, j'ai pu entreprendre avec lui une série de recherches dans le laboratoire de M. le professeur Renaut, à la Faculté de Médecine de Lyon.

Les résultats de nos expériences [1] sont conformes à ceux obtenus par Perthes; mais l'étude des divers stades de la segmentation m'a permis d'observer quelques faits nouveaux.

A. *Ralentissement de la segmentation.* — Le ralentissement de la segmentation est proportionnel à l'intensité de l'irradiation à laquelle ont été soumis les œufs; c'est ce que montre l'expérience suivante :

Un lot d'œufs d'*Ascaris* au stade II (télophase de la première mitose) étant réparti entre six préparations, cinq d'entre elles sont irradiées pendant des durées variant de 10 à 50 minutes; elles sont ensuite portées a l'étuve à 32° C. Quatorze heures après, les œufs sont aux stades suivants ;

(1) Le détail en sera donné dans un prochain Mémoire sur le cycle sexuel de l'*Ascaris megalocephala*.

Préparations.	Intensité de l'irradiation.	Stade de segmentation.
Témoin.........	o unité H	Stade XIV
1...............	10 unités H	» VIII et plus
2...............	40 »	» VII-VIII
3...............	60 »	» V-VI
4...............	80 »	» IV-V
5...............	Plus de 100 »	» III-IV-V

Remarque. — Les premiers stades de la segmentation sont presque toujours normaux; le ralentissement de la division porte donc *également* sur toutes les cellules dérivées *des deux premiers blastomères*.

B. *Fragmentation des chromosomes.* — On sait que, dans l'œuf de *A. megalocephala bivalens*, sur lequel nous avons expérimenté, la plaque équatoriale de la première mitose comprend quatre chromosomes qui se dédoublent pour donner les plaques filles, et que ces quatre chromosomes se retrouvent dans la série des blastomères P_1, P_2, ..., $P_5 \genfrac{}{}{0pt}{}{\diagup G_2}{\diagdown G_1}$ qui constituent la lignée sexuelle (¹) et de chacun desquels se séparent respectivement les cellules somatiques : AB, EMSt, C, D, F; chacune de celles-ci, à sa première mitose, subit la *diminution*, pulvérisation des chromosomes accompagnée d'un rejet de substances chromatiques.

Dans les œufs irradiés à la dose de 20-24 unités H, les chromosomes du blastomère P_1 sont pulvérisés, et sa division, comme celles des blastomères P_2, P_3, P_4 et P_5, ressemble à celle d'une cellule somatique, *à ceci près qu'il n'y a point rejet de substance nucléaire*. Chacune des cellules EMSt, C, D et F, au contraire, subit la diminution somatique normale, *comme si ses chromosomes étaient entiers*.

Remarque. — Pour une même intensité, les chromosomes sont peu ou pas fragmentés si l'irradiation a porté sur un stade de repos soit des pronucléi, soit des deux noyaux du stade II.

La fragmentation est au contraire totale si l'irradiation a porté sur un stade de la mitose où les chromosomes soient bien développés. Mais l'intégrité *apparente* des chromosomes dans le premier cas n'empêche point d'apparaître ultérieurement les anomalies de la segmentation.

(¹) La nomenclature adoptée dans cette Note pour distinguer les différents blastomères est celle de Boveri.

C. *Anomalies de la segmentation.* — Les anomalies de la segmentation des œufs irradiés portent d'abord sur l'orientation des fuseaux de division, laquelle peut être quelconque; puis sur la division des cellules atteintes, laquelle peut s'arrêter aux stades avancés de la segmentation; enfin sur les noyaux qui peuvent, au lieu de se reconstituer, se transformer en chromidium diffus. Mais le fait important est que ces diverses altérations *ne portent que sur les dérivés du blastomère qui, au moment de l'irradiation, n'a pas encore subi ou n'est pas sur le point de subir la « diminution » somatique.*

Si l'irradiation porte sur des œufs indivis, les dérivés du blastomère BA se segmentent normalement en donnant l'ectoderme antérieur, tandis que les dérivés du blastomère P_1 sont atteints plus ou moins rapidement, suivant l'intensité de l'irradiation : les dérivés de EMSt (intestin moyen, mésoderme et stomodæum) sont plus ou moins perturbés; ceux de C (ectoderme postérieur), D (proctodæum) et F (ectoderme tertiaire) le sont toujours, ainsi que l'initiale génitale P_5. Il en résulte la formation d'une masse de cellules irrégulières qui constitue la partie postérieure de l'embryon (tumeur en champignon de Perthes).

Si l'irradiation porte sur un stade de la segmentation, tel que la cellule C, par exemple, soit déjà isolée, ses dérivés se développent normalement, l'extrémité postérieure de l'embryon se constitue, mais les dérivés de D et de F, ainsi que les deux cellules G, forment un amas irrégulier extra-embryonnaire.

Remarques. — α. Nombre d'embryons à région postérieure altérée présentent, en outre, à la fin de leur développement, un épaississement du bourrelet neural qui fait saillie à la surface antérieure du corps. Il semblerait donc qu'une légère perturbation puisse se manifester tardivement dans une partie de la lignée ectodermique.

β. Même après de fortes irradiations (plus de 20 unités H) on peut encore observer, dans un même lot de plusieurs centaines d'œufs, quelques embryons normaux ou presque normaux.

Puisque l'effet de l'irradiation se manifeste par une désorientation des fuseaux, on pourrait supposer que le hasard permette des segmentations normales, toutes les orientations étant devenues possibles.

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 9 DÉCEMBRE 1912.

Au Pôle Sud. Expédition du « Fram », 1910-1912, par ROALD AMUNDSEN, adapté du norvégien par M. CH. RABOT; Ouvrage illustré de 125 gravures et d'une carte tirées hors texte. Paris, Hachette et Cie, 1913; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Termier.)

Deutsches Museum. Lebensbeschreibungen und Urkunden : Georg von Reichenbach, von WALTHER V. DYCK. Munich, 1912; 1 vol. in-f°. (Présenté par M. Darboux.)

Le bassin de marée en amont du port de Nantes : Examen critique du projet des Ponts et Chaussées, par NAUTA. Nantes, imprimerie Biroché et Dautais, 1912; 1 fasc. in-4°.

Compagnie des Chemins de fer du Midi. Assemblée générale extraordinaire des Actionnaires, du 15 novembre 1912, sous la présidence de M. GEORGES TEISSIER. *Rapport du Conseil d'administration. Résolutions de l'Assemblée générale.* Paris, 1912; 1 fasc. in-4°.

Travaux du laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de l'Université de Grenoble, 1911-1912; t. X, fasc. 1. Grenoble, Allier frères, 1912; 1 vol. in-8°.

Catalogue de tous les livres de feu M. Chapelain (Bibliothèque nationale, Fonds français; nouv. acq. n° 318), edited by COLBERT SEARLES; with two plates. (*Leland Stanford junior University publications;* University series.) 1912; 1 fasc. in-8°.

Poissons recueillis dans la Région du Bas-Congo par M. W.-J. Ansorge; t. II, fasc. 3, par G.-A. BOULENGER. (*Annales du Musée du Congo belge : Zoologie;* série I.) Bruxelles, 1912; 1 fasc. in-f°.

Analyse des matières colorantes organiques, par FRÉDÉRIC REVERDIN. (Congrès international de la Chimie appliquée; New-York, 1912.) Genève et Bâle, Georg et Cie, 1912; 1 fasc. in-8°.

L'être vivant, fonction du milieu comme fonction des états antérieurs, par KLEIN-BRUNOT. Paris, imp. Gutenberg, s. d.; 1 fasc. in-8°.

Transactions of the Royal Society of Edinburg; t. XLVIII, part 2, session 1911-1912; 1 vol. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 26 février 1912.)

Note de M. *Raymond Hamet*, Sur les formations libéro-ligneuses anormales de la tige des *Greenovia* :

Page 604, ligne 19, *au lieu de* actinisées, *lire* cutinisées.

Même page, ligne 23, *au lieu de* 10 à 12 assises gonales, *lire* 10 à 12 assises de cellules heptagonales.

Même page, ligne 27, *au lieu de* cellules gonales, *lire* cellules hepta- ou octogonales.

Page 605, ligne 21, *au lieu de* gonaux-subcirculaires, *lire* hexa-, hepta- ou octogonaux-subcirculaires.

(Séance du 7 octobre 1912.)

Note de M. *G. Sannia*, Sur les caractéristiques simples des équations aux dérivées partielles en deux variables :

Page 637, ligne 5, *au lieu de* $(r = 1, 2, 3, \ldots)$, *lire* $(r = 2, 3, \ldots)$.

Même page, ligne 15, *au lieu de*

$C_{n+1}, C_{n+2}, \ldots$ qui contiennent une C_n,

lire

$C_{n+2}, C_{n+3}, \ldots$ qui contiennent une C_{n+1}.

(Séance du 25 novembre 1912.)

Note de MM. *E. Léger* et *Ferdinand Roques*, Sur la carpiline, nouvel alcaloïde du Jaborandi :

Page 1088, ligne 3 en remontant, *au lieu de* $\alpha_D = +24°$, *lire* $\alpha_D = +35°,9$.

Page 1089, ligne 12, *au lieu de* $\alpha_D = +15°,4$, *lire* $\alpha_D = +23°,1$.

(Séance du 2 décembre 1912.)

Note de M. *B. Sauton*, Influence comparée du potassium, du rubidium et du cæsium sur le développement et la sporulation de l'*A. niger* :

Page 1183, ligne 8, *au lieu de* et le liquide est dépourvu de zinc, *lire* si le liquide est dépourvu de zinc.

N° 24.

TABLE DES ARTICLES (Séance du 9 Décembre 1912).

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ÉLECTIONS.

CORRESPONDANCE.

N° 24.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

50192 PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : Gauthier-Villars.

1912

DEUXIÈME SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME 155.

N° 25 (16 Décembre 1912).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1912

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Toute Note manuscrite d'un Membre de l'Académie ou d'une personne étrangère ne pourra paraître dans le *Compte rendu* de la semaine que si elle a été remise le jour même de la séance.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Les *Comptes rendus* ne reproduisent pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* ne contiennent ni planches, ni figures.

Dans le cas exceptionnel où des figures seraient autorisées, l'espace occupé par ces figures comptera pour l'étendue réglementaire.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE PUBLIQUE ANNUELLE DU LUNDI 16 DÉCEMBRE 1912,

PRÉSIDÉE PAR M. GABRIEL LIPPMANN.

En ouvrant la séance, M. **Gabriel Lippmann** prononce l'allocution suivante :

Messieurs,

Nos séances de travail se suivent et se ressemblent avec une régularité astronomique. Nulle fête, nul événement n'empêche l'Académie de se réunir une fois par semaine pour accueillir et enregistrer des travaux de recherche, pour discuter des vérités impersonnelles. Une seule séance ne ressemble pas aux autres ; c'est celle où nous nous retrouvons pour jeter un coup d'œil sur l'année qui finit : une pieuse coutume permet à votre Président de rappeler en ce jour le souvenir des Confrères que la mort a enlevés à notre affection, et d'évoquer les noms de ceux que nous ne verrons plus.

Le mois de décembre 1911 a été dur pour nous. Nous avons perdu en quelques jours : Bornet, Radau et Lannelongue.

Édouard Bornet est né le 2 septembre 1820, à Guérigny, dans la Nièvre. Lorsqu'il fut élu membre de la Section de Botanique, en 1886, il s'était illustré par de nombreuses découvertes. Les premières furent faites par lui en collaboration avec son maître et ami, Gustave Thuret. On lui doit une longue suite d'observations et d'expériences sur l'hybridation, et, sur certains points, il devançait Mendel.

Bornet s'est surtout occupé de la classe des Algues. Il réussit à découvrir en particulier le mode de fécondation des Floridées qui avait échappé jusque-là aux plus habiles micrographes. On se souvient qu'il donna des preuves nouvelles et variées du fait surprenant annoncé par Schwendener : les Lichens, que l'on avait regardés comme une classe à part, ne sont que des Champignons dont le thalle est habité par des Algues microscopiques,

celles-ci fournissant en apport leur chlorophylle, et l'association, la symbiose des deux formes végétales constituant le Lichen. Une tempête, qui l'aurait cru ? accueillit ces démonstrations. Quelques lichénographes, botanistes trop spécialisés, n'entendaient pas qu'on vînt leur prouver que leurs chers lichens n'étaient que des champignons criblés d'algues microscopiques. Édouard Bornet resta calme au milieu des injures; il se contenta de compléter son analyse par une synthèse, il cultiva côte à côte certains champignons et certaines algues, puis, favorisant leur réunion, il fabriqua de toutes pièces des lichens.

Le Jardin d'Antibes, où Édouard Bornet avait si longtemps travaillé avec Gustave Thuret, est aujourd'hui un établissement botanique modèle, un Institut qui a rendu de grands services. M[me] Henri Thuret l'offrit à l'État; l'État finit par accepter ce cadeau magnifique, et Bornet ne quitta le nouvel Institut qu'après l'avoir organisé et enrichi d'herbiers et des livres qui lui manquaient.

Quelle inoubliable et singulière figure que celle de notre Confrère Rodolphe Radau. Né en Allemagne, à Angerburg, en 1835, il entra à 19 ans comme attaché volontaire à l'Observatoire de Kœnisgberg, illustré par Bessel. A 22 ans, il écrivait en latin une Thèse de Mécanique céleste sur l'élimination des nœuds dans le problème des trois corps.

En 1857, il devint le compagnon et collaborateur d'Antoine d'Abbadie, et deux ans après il vint se fixer pour toujours à Paris. On lui doit divers travaux d'Astronomie, notamment sur les orbites planétaires, sur l'action perturbatrice des planètes sur la Lune. Il travailla pendant de longues années à la réfection des Tables de la Lune. On lui doit des Tables de réfraction atmosphérique dont on se sert aujourd'hui. Il publia de nombreux Mémoires sur des méthodes ou des instruments astronomiques. Ces occupations ne suffirent pas à son activité : il écrivit des articles au *Journal des Débats*, dans le *Moniteur* de Quesneville, au *Monde* de l'Abbé Moigno. François Buloz tint à se l'attacher comme secrétaire à la *Revue des Deux Mondes*, fonction qu'il remplit durant de longues années. Radau était lettré, érudit, savait toutes les langues. Quelques témoins de sa jeunesse nous assurent qu'ils l'ont vu gai, brillant et mondain. Combien différent est l'homme que nous avons connu! Radau a fini sa vie dans une solitude volontaire et sauvage, enfermé dans une chambrette avec une table et deux chaises, ne recevant personne, revenu de la vie et détaché du monde, sans autre plaisir que l'étude et brouillé avec toute vanité, à tel point que, lorsqu'il eut terminé l'immense travail des Tables de la Lune en y ajoutant une magistrale Introduction, il

négligea de signer son œuvre : il fallut insister pour qu'il remplît cette formalité. Le cas est rare : on cite, il est vrai, le même trait de Spinosa. La modestie peut donc être une passion, mais c'est une passion trop peu répandue pour être classée comme dangereuse.

Lorsqu'en 1897 quelques amis l'engagèrent à se porter candidat à notre Académie, son premier mouvement fut de dire : « A quoi bon ! ». Vous l'avez élu, et bien qu'il fût depuis longtemps habitué à n'attendre rien des hommes, cet acte de haute justice lui apporta certainement de la joie; il ne dit rien, mais, à partir de ce jour, sa physionomie triste, fine et nerveuse, changea quelque peu et parut s'épanouir. Radau est mort comme il pouvait le désirer : il était assis à sa table de travail deux heures avant de rendre le dernier soupir.

Odile-Marc Lannelongue appartenait à la Section de Médecine et de Chirurgie depuis 1895. Éminent chirurgien, il fut en même temps un observateur attentif, un expérimentateur hardi et ingénieux. C'est ainsi qu'on lui doit la découverte, faite en passant, de ces artérioles qui alimentent les muscles cardiaques en partant directement du cœur gauche pour aboutir au cœur droit. La chirurgie des os l'a principalement occupé. Lannelongue a étudié et classé les maladies de ces organes. Il a montré, en particulier, que certains abcès froids des os sont de nature tuberculeuse; on se souvient du remède ingénieux qu'il inventa à ce propos; c'était de combattre le mal local par un mal local; d'injecter au voisinage de la partie malade du chlorure de zinc, destiné à produire une inflammation violente et passagère, et à entraîner, par contre-coup, la guérison de l'abcès froid.

Lannelongue eut l'occasion de constater l'importance, pour l'organisme, des fonctions de la glande thyroïde. Il imagina de suppléer à l'insuffisance de cette glande en greffant à sa place une glande thyroïde saine empruntée à un animal. L'opération se montra peu dangereuse et efficace. On peut espérer que cette méthode de la greffe animale se développera dans l'avenir. Lannelongue aura été un de ses premiers auteurs.

Le 10 février 1912, une dépêche de Londres nous apprenait la mort de l'un de nos Associés étrangers, d'un chirurgien le plus justement illustre de tous, lord Lister. Jamais peut-être une science n'a été aussi promptement et complètement transformée que l'a été la Chirurgie par les travaux de Lister, par l'invention du pansement antiseptique. Appliquant les idées de Pasteur, Lister a établi graduellement une technique qui écarte les microbes sans nuire au malade, ni gêner l'opérateur. Avant le pansement listérien, toute opération était dangereuse; toute plaie faite par le chirur-

gien était une blessure qui s'envenimait, suppurait; la pourriture d'hôpital faisait rage; il ne fallait intervenir que dans les cas graves. Aujourd'hui, le tableau est changé; il suffit de comparer les anciennes statistiques aux nouvelles, tant pour les hôpitaux que pour les champs de bataille, pour mesurer l'immensité du service rendu. L'Angleterre a fait à Lister des funérailles à l'abbaye de Wesminster; l'Académie a tenu à se faire représenter aux obsèques de l'un des plus grands bienfaiteurs de l'humanité.

Lorsque Joannes Chatin entra, en 1900, dans la Section d'Anatomie et Zoologie, il était connu par vingt années de recherches intéressantes et variées sur la Botanique, sur la Zoologie, sur l'Anatomie, l'Histologie et la Physiologie, en particulier sur les organes des sens dans la série animale. Si l'Anatomie est tout d'abord une science descriptive, J. Chatin n'a jamais perdu de vue les liens qui la rattachent aux sciences à qui elle sert de support, et en particulier à la Physiologie. Aussi le voit-on passer plusieurs fois de l'observation histologique à l'expérimentation. C'est ainsi qu'après avoir étudié la structure de la rétine de certains insectes, il s'assure, par les mesures du courant de Dewar, que la sensibilité aux couleurs spectrales, la chromatopsie, est la même chez l'insecte que chez l'homme.

Une longue et cruelle maladie a emporté J. Chatin; nous avons tous remarqué avec pitié et admiration l'énergie de cet homme qui se raidissait contre la souffrance, persistant à remplir ses devoirs jusqu'à la fin.

Henri Poincaré est mort le 17 juillet 1912; la France, le monde entier se sont associés à notre deuil, le plus cruel, le plus inattendu qui pût nous frapper. Puissant mathématicien, en même temps astronome et physicien, il fut, par surcroît, comme quelques-uns de ses grands devanciers, un philosophe et un maître écrivain. L'œuvre qu'il a laissée est trop étendue, trop variée, elle a été trop bien analysée aussi par d'autres plus compétents pour que j'essaie de la retracer ici.

Rien ne nous préparait au coup soudain qui nous a ravi notre illustre Confrère. Nous l'avons vu souvent parmi nous, en pleine force, d'une merveilleuse activité, toujours prêt à donner les avis qu'on aimait à lui demander, consentant à se charger d'un rapport difficile, de la présidence d'une importante Commission. Dans ces occasions, Poincaré cessait de paraître absorbé et distrait; il savait se mettre rapidement au courant et se tirait magistralement de la tâche qu'il avait acceptée. Comment expliquer sa merveilleuse activité? Quelle méthode mettait-il au service de son génie?

Poincaré nous raconte lui-même l'histoire de quelques-unes de ses décou-

vertes; ailleurs il dit ce qu'il pense des relations qui existent entre la Mathématique et les autres sciences. Et, comme on l'a fait remarquer, c'est en lisant la philosophie de Poincaré que l'on apprend le mieux à connaître les tendances de son esprit. Le fait, d'ailleurs, est général : une œuvre de philosophie, comme une œuvre d'art, ressemble à son auteur, quand elle est originale et spontanée, quand elle n'est ni de mode ni de métier; et cela se comprend. Car où veut-on qu'un homme trouve des arguments plus subtils et plus profonds que ceux qu'il a puisés dans son propre cœur?

On peut remarquer, en fait, qu'il y a une ressemblance appréciable entre les découvertes de certains hommes de science et leurs idées philosophiques. Descartes inventa la géométrie analytique en montrant la correspondance qui existe entre la Géométrie et l'Analyse. Le même Descartes construit le monde avec les notions d'espace et d'entendement; la similitude est visible : l'espace correspond à l'entendement comme la Géométrie à l'Analyse.

Un second exemple est donné par la monadologie de Leibnitz. Rien de plus difficile que de se représenter, directement et sans préparation, ces monades infiniment petites qui sont de tous les ordres de grandeur, et qui définissent l'être sans le déterminer. Le problème s'éclaircit peut-être si l'on se rappelle que l'inventeur des monades est l'inventeur du calcul différentiel. Il y a encore similitude : la monade correspond à l'être comme la différentielle à la fonction. Chez H. Poincaré, on retrouve cette même similitude entre les idées les plus générales et l'œuvre proprement scientifique. Inventeur original et ingénieux, il a noté chez lui-même et nous a décrit le rôle de ce travail inconscient qui prépare l'inspiration. Souvent il a été guidé, dans ses recherches les plus abstraites, par les applications qu'il avait en vue; et il nous rappelle que plusieurs grandes découvertes, celles de Newton, de Fourier, de Laplace, ont été suggérées par les applications auxquelles on les destinait; elles sont la solution de problèmes fournis et imposés par l'expérience.

La part ainsi faite à l'expérience dans la genèse de certaines grandes découvertes, H. Poincaré, parfait géomètre, a soin de marquer la séparation absolue qui existe entre l'expérience et la mathématique. Pas de confusion; l'expérience ne peut jamais servir ni à confirmer ni à infirmer un énoncé mathématique. D'après lui, on n'a pas le droit de dire, par exemple, que la géométrie ordinaire est confirmée, que les géométries non euclidiennes sont infirmées par l'expérience. Toutes ces géométries, étant construites avec la même rigueur, existent dès lors au même titre, avec le même degré de vérité.

Cette absolue séparation tient à la nature des définitions qu'on est obligé de se donner tout d'abord pour faire une démonstration rigoureuse. On est obligé de se les donner, c'est-à-dire qu'il faut commencer par circonscrire chacune des idées dont on se servira par une coupure nette qui la sépare désormais de l'expérience. Et l'on établit ainsi ce système de déduction et de construction rigoureuse qui constituent les Mathématiques pures.

Ces Mathématiques pures, indépendantes de toute application à d'autres sciences, méritent d'être cultivées pour elles-mêmes ; H. Poincaré le dira magnifiquement, et ses collègues en science n'en ont jamais douté. Ceux-là même en sont persuadés qui n'ont jamais eu le temps ni l'occasion de penser à des applications ; soutenus par un instinct qui ne les trompe pas, ils n'ont pas la crainte, en agrandissant leur domaine, de perdre leur temps à des constructions en l'air. Et de plus ils ont leur récompense. En poursuivant leur tâche, « ils y trouvent, dit Poincaré, des jouissances analogues à celles que donnent la peinture et la musique. Ils admirent les délicates harmonies du nombre et des formes ; ils s'émerveillent quand une découverte nouvelle leur ouvre des perspectives inattendues. Et la joie qu'ils éprouvent n'a-t-elle pas le caractère esthétique, bien que les sens n'y prennent aucune part ? »

Il est vrai, et je ne crains pas de dire, que ce plaisir esthétique a une signification bien directe. C'est l'ordre, donné par la nature, de continuer. Car c'est ainsi que la nature nous donne ses ordres, non par une voix extérieure qui arrive aux oreilles, mais par un commandement intérieur qui se fait sentir et que nous prenons pour notre propre penchant.

Oserai-je ajouter que le travail du géomètre a un résultat réel, qu'il n'aboutit pas, comme on le dit quelquefois, à la construction d'un édifice purement logique, d'un instrument utilisable par moment ? Édifice, instrument, ce ne sont là que des métaphores. Celui qui exerce et développe les Mathématiques exerce et développe une de nos facultés ; et c'est là chose bien réelle. Car nos facultés sont des réalités, les seules même qui nous soient directement connues, et notre vie est faite de leur fonctionnement. Dirait-on d'un homme qui réussirait à développer chez lui-même et chez les autres le sens de la vue, qui nous apprendrait à discerner une infinité de contours, à situer une infinité de points qui autrement nous échapperaient, qu'il emploie son temps à construire des images en l'air ? Le don mathématique est pareil au don de la vision ; il n'a pas l'œil pour organe, mais il nous fait percevoir la vérité par une de ses innombrables faces ; c'est un sens de l'âme, comme dirait le géomètre Platon.

Quand un de nos sens, une de nos facultés fonctionne seule et sans l'aide des autres, grâce à un effort suffisant et à une longue habitude, elle nous donne une connaissance du monde qui peut être infiniment étendue, tout en restant isolée. C'est ainsi que se forment l'espace visuel, ou bien l'espace géométrique, ou le monde des couleurs et des sens. Autant d'aspects isolés du monde, et tous également abstraits, si l'on veut se servir de ce terme mal défini.

La musique, par exemple, la musique sans libretto ni titre, la musique pure, et c'est la plus belle, est-elle moins abstraite que la géométrie? Une mélodie l'est-elle moins qu'un théorème? Ces catégories irréductibles de la connaissance ne nous donnent, il est vrai, qu'une sorte d'analyse naturelle et spontanée de la réalité infiniment complexe. Il faut ensuite la synthèse ; et celle-ci arrive, souvent inconsciente et involontaire, mais garantie toujours par l'harmonie préétablie entre les facultés distinctes. C'est par une synthèse de cet ordre que, par la fusion entre deux images distinctes et non superposables, se produit la perception du relief. Les applications d'une science à une autre, de la Mathématique à la Physique par exemple, sont encore des synthèses, une collaboration de facultés distinctes, inégalement développées chez le mathématicien et l'expérimentateur.

C'est ainsi, en résumé, que le mathématicien, en développant les facultés qui le distinguent, en augmentant désormais leur puissance, contribue pour sa part à cette évolution de l'espèce, qui est un progrès, et dont la science fait essentiellement partie. Mais pour atteindre, autant qu'il nous est donné de le faire, à la vérité qui est infiniment complexe, il ne faut rien moins que le concours de plusieurs facultés, de toutes peut-être, et la fusion harmonieuse de leurs diverses perceptions.

Je donne la parole à M. le Secrétaire perpétuel pour la proclamation de nos prix.

PRIX DÉCERNÉS.

ANNÉE 1912.

GÉOMÉTRIE.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

(Commissaires : MM. Jordan, Émile Picard, Appell, Humbert, Darboux, Boussinesq, Alfred Picard; Painlevé, rapporteur.)

Trois Mémoires ont répondu à la question posée par l'Académie des Sciences : *Perfectionner la théorie des équations différentielles algébriques du deuxième ordre et du troisième ordre dont l'intégrale générale est uniforme.*

Ces trois Mémoires, dont les auteurs sont MM. **Boutroux**, **Chazy** et **R. Garnier**, peuvent être qualifiés tous les trois de très remarquables, et l'Académie ne peut que féliciter leurs auteurs du talent dont ils ont fait preuve en faisant progresser dans des voies diverses le difficile problème qui leur était posé.

M. Boutroux s'est consacré particulièrement à l'étude directe des transcendantes uniformes définie par l'équation

$$y'' = 6y^2 + x \tag{1}$$

ou par les autres équations du second ordre et du premier degré. Il a appliqué, à l'étude des propriétés asymptotiques de ces transcendantes, les méthodes profondes et délicates qui l'ont si heureusement servi dans la théorie des fonctions entières. On ne peut guère espérer découvrir à ces fonctions nouvelles des propriétés aussi simples que la périodicité ou, plus généralement, susceptibles de s'exprimer par les formules *exactes et finies*. Ce sont des propriétés *approchées*, notamment au voisinage du point essentiel

$x = \infty$, qui peuvent faire connaître la nature intime de ces transcendantes. Traduisons d'un mot le résultat principal auquel arrive M. Boutroux.

Les transcendantes en question, transformées en posant $y = x^m Y$, $X = x^l$ et choisissant convenablement m et l, sont des fonctions asymptotes aux fonctions doublement périodiques. Autrement dit, on peut décomposer le plan des x en aires qui ressemblent de plus en plus à des parallélogrammes invariables de périodes à mesure qu'on s'éloigne dans le plan; et dans chacune de ces aires, la transcendante $y(x)$ $\left[\text{ou son inverse } \frac{1}{y}\right]$ diffère d'une certaine fonction elliptique $z(x)$ $\left[\text{ou de } \frac{1}{z(x)}\right]$ d'une quantité qui tend vers zéro avec $\frac{1}{x}$. Cette propriété asymptotique des transcendantes $y(x)$ fournit d'ailleurs une démonstration nouvelle de leur uniformité et méromorphie (démonstration dont on sait la difficulté) : mais elle fait, en outre, ressortir d'une façon frappante les allures de la fonction au voisinage de son point essentiel.

Dans cette étude particulièrement subtile, M. Boutroux a été guidé par celle, plus simple, de l'équation de Riccati et, notamment, des fonctions de Bessel. C'est par la connaissance du premier ordre qu'il a pu pénétrer si loin dans le second. La partie de son Mémoire consacrée au premier ordre est d'ailleurs, en elle-même, des plus intéressantes : c'est là qu'il introduit la notion de quasi-période $x_1 - x_2$, x_1 et x_2 étant deux valeurs de x qui correspondent à la même valeur y de la fonction. C'est là qu'il a appris à suivre la distribution des pôles le long de certaines lignes, d'allures simples, et qu'il a mis en évidence le caractère remarquable de certaines intégrales, qu'il qualifie de *tronquées* et pour lesquelles une de ces lignes de distribution est rejetée à l'infini. Toutes ces circonstances se retrouvent d'une façon frappante dans le cas du deuxième ordre, mais l'auteur les eût sans doute discernées moins facilement sans l'étude préalable de l'équation de Bessel.

Dans le cas de l'équation de Bessel ramenée à la forme

$$y' + 2p\frac{y}{x} = y^2 + 1, \tag{2}$$

c'est l'équation

$$y' = y^2 + 1 \tag{3}$$

qui sert d'équation asymptotique pour x infini. Dans le cas de l'équation (1)

ramenée à la forme

(4) $$y'' + \frac{y'}{x} - \frac{4}{25}\frac{y}{x^2} = 6y^2 - 6,$$

c'est l'équation

(5) $$y'' = 6y^2 - 6$$

qui sert d'équation asymptotique pour x infini. Dans le cas (2), les fonctions de Bessel, après transformations, sont asymptotes aux fonctions circulaires ; dans le cas (4), les transcendants $y(x)$ sont asymptotes aux fonctions elliptiques définies par (5), qui sont comme leur image déformée, mais d'autant plus exacte que (x) est plus grand.

L'étude des intégrales *tronquées* de l'équation (4) est particulièrement frappante. Un des résultats les plus curieux obtenus par M. Boutroux est le suivant :

Une intégrale $y(x)$ de (4) peut être définie par l'affixe x_0 d'un de ses pôles et la valeur, soit c, du premier coefficient arbitraire obtenue dans son développement autour de x_0, à savoir le coefficient de $(x - x_0)^4$. La condition pour que l'intégrale soit *tronquée*, c'est-à-dire qu'une des lignes de distribution des pôles soit rejetée à l'infini, se traduit par une relation $c = (x_0)$, où φ est une transcendante uniforme admettant comme coupure essentielle une certaine demi-droite (passant par l'origine). Plus exactement, il y a, avec l'axe réel positif OA, quatre demi-droites OB, etc. faisant avec cet axe des angles multiples $\frac{2\pi}{5}$ et qui sont asymptotes aux lignes de distribution des pôles. A chacune de ces cinq demi-droites correspond une relation $c = \varphi(x_0)$, où $\varphi(x_0)$ admet comme coupure essentielle une demi-droite qui prolonge OA, OB, ... à partir d'un certain point.

Les méthodes de M. Boutroux s'étendent sans peines aux autres transcendantes uniformes, définies par les équations du premier ordre et du premier degré. Mais elles embrassent aussi les équations à intégrale multiforme, moyennant des précisions et des difficultés dont on pressent la profondeur. Une dernière partie du travail de M. Boutroux compare certaines séries intéressantes qu'il obtient directement avec celles qui se déduiraient de résultats de MM. Schlesinger et R. Fuchs dont nous parlons plus loin.

Il est difficile de traduire en quelques pages les rares qualités subtiles et pénétrantes d'un tel travail. On peut le résumer en disant qu'il constitue une méthode pour aborder directement, au voisinage des points essentiels, les intégrales uniformes et même multiformes, d'une équation différen-

tielle du premier ordre ou du second ordre. La méthode peut être étendue à tous les ordres.

Les Mémoires de M. Chazy et de M. R. Garnier, entièrement différents du précédent, présentent entre eux un certain nombre de points communs: tous deux ont contribué à la recherche des équations à points critiques fixes qui sont, ou du deuxième ordre, mais de degré plus grand que l'unité, ou d'ordre supérieur au second. Tous deux, à des points de vue différents, ont étudié la connexité découverte par MM. Schlesinger et R. Fuchs, entre les nouvelles transcendantes et la théorie des équations linéaires.

M. Chazy a divisé en classes bien réparties les équations du second ordre *et du second degré* à points critiques fixes. Il a énuméré complètement celles qui entrent dans les classes qui apparaissent de prime abord comme les plus simples, et celles qui rentrent dans la classe la plus compliquée. Toutes les transcendantes ainsi obtenues se ramènent à celles du deuxième ordre et du premier degré ou à celles du premier ordre. Il semble maintenant assez vraisemblable qu'il en est ainsi pour toutes les classes.

Mais l'effort le plus heureux de M. Chazy a porté sur les équations du troisième ordre et du premier degré.

La détermination des équations à points critiques fixes de ce type exigeait l'extension au troisième ordre des deux méthodes qui avaient résolu le problème pour le deuxième ordre : 1° recherche des conditions nécessaires pour que les points critiques soient fixes; 2° démonstration de la suffisance de ces conditions. La première extension entraînait surtout des complications, d'ailleurs assez considérables, de calculs; la seconde au contraire soulevait des difficultés intrinsèques que M. Chazy est parvenu à surmonter. Il a mis en évidence un type d'équations à points critiques fixes dépendant de six constantes irréductibles et qui apparaît comme entièrement nouveau. Peut-être se rapporte-t-il au problème de M. Schlesinger dont nous parlons plus loin.

Mais il est un autre type remarquable d'équations que M. Chazy a rencontré dans son énumération et dont l'étude exigeait des procédés tout à fait nouveaux. C'est l'équation

$$(6) \qquad y''' = y''y^{\lambda} - (\lambda + 1)y'^2 y^{\lambda-1} \qquad (\lambda \text{ entier positif});$$

les intégrales de cette équation n'ont ni pôles, ni points critiques algébriques; elles sont ou entières ou à points singuliers *tous transcendants*.

Les méthodes appliquées au second ordre se montraient impuissantes à lever cette alternative. M. Chazy, en étendant habilement certains résultats

classiques de M. Bendixon sur l'équation $x^n y' = y + ax^n + 2bxtr + \ldots$, a pu obtenir dans l'étude de l'équation (6) des développements *valables dans un certain angle* et qui mettent en évidence l'existence de singularités transcendantes des intégrales de (6). Cette même méthode, qui exigeait beaucoup d'ingéniosité et de pénétration, a permis à l'auteur de limiter le degré des pôles en y de toute équation à points critiques fixes de la forme

$$(7) \qquad y''' = R(y'', y', y, x) \qquad (\text{R rationnel en } y'', y', y, \text{ analytique en } x),$$

et comme le nombre de ces pôles est limité (*sauf pour le cas fuchsien*), *le degré de* R *en* y'', y', y *est ainsi limité pour les équations à points critiques fixes*, sauf *dans le cas fuchsien où le nombre des pôles en* y *peut dépasser toute limite*.

Ces résultats s'étendent aux équations du troisième ordre non résolues ainsi qu'aux équations

$$y^{\text{IV}} \quad \text{ou} \quad y^{(n)} = P(x, y, y', \ldots),$$

P désignant un *polynome* en $y, y', \ldots$ analytique en x : là encore, le degré de P en $y, y', \ldots, y'^{n-1}$ est limité.

Enfin, M. Chazy a apporté aux questions soulevées par M. Schlesinger une importante contribution. Ces questions se rattachent, comme on sait, au problème célèbre de Riemann relatif aux équations différentielles linéaires.

Considérons le système linéaire :

$$(8) \qquad \begin{cases} \dfrac{du}{dt} = \left(\dfrac{A_1}{t-a_1} + \dfrac{A_2}{t-a_2} + \dfrac{A_3}{t-a_3}\right)u + \left(\dfrac{B_1}{t-a_1} + \ldots\right)v, \\ \dfrac{dv}{dt} = \left(\dfrac{C_1}{t-a_1} + \qquad\qquad\qquad \right)u + \left(\dfrac{D_1}{t-a_1} + \ldots\right)v, \end{cases}$$

où $t = a_1, a_2, a_3, \infty$ sont quatre pôles des seconds membres (réguliers au sens de Fuchs). A chaque point a_1, a_2, a_3, correspond une permutation des intégrales fondamentales (u_1, v_1) et (u_2, v_2) de (8), permutation qui est définie par quatre coefficients, soit α_1, α_2, α_3, α_4 pour a_1. On sait que les α sont des fonctions holomorphes des A dont les coefficients dépendent des a_j par l'intermédiaire de quantités qui ne sont autres que les différences des valeurs de u_1, v_1, u_2, v_2, après parcours des lacets fondamentaux partant de x_0; si l'on veut encore, ces coefficients sont définis à l'aide d'opérations qui équivalent à des intégrales *définies* dans le cas où le système (8) est réductible aux quadratures.

Écrivons donc les équations

$$(9) \qquad \alpha_j = E_j(A_1, \ldots, D_3, a_1, a_2, a_3) \qquad (j = 1, 2, \ldots, 12).$$

Le problème de Riemann consiste à déterminer pour les α et les a donnés les A, sous la réserve que les a soient distincts et que les déterminants des substitutions définies par les α soient différents de zéro. C'est du moins le problème de Riemann dans le cas où le système linéaire est du second ordre et le nombre de ses points singuliers égal à 4 (∞ compris). Mais il va sans dire que le même problème peut être posé dans les mêmes termes pour un système linéaire d'ordre m à p pôles a (réguliers).

Si l'on regarde les 12α comme des constantes arbitraires, les 12A comme 12 fonctions et les a comme des variables indépendantes, les fonctions A des a vérifient un système différentiel *algébrique* du douzième ordre, réductible (grâce à des intégrales premières algébriques), à une équation du deuxième ordre seulement. C'est là un résultat démontré depuis longtemps par L. Fuchs et à qui M. Schlesinger a donné une forme des plus élégantes. Mais M. Schlesinger a apporté en outre un résultat essentiel, c'est que les fonctions A des a n'auraient que des singularités polaires en dehors des valeurs

$$a_1 = a_2, \quad \text{ou} \quad a_1 = a_3, \quad \text{ou} \quad a_2 = a_3.$$

L'importance de ce résultat est considérable. Malheureusement, la démonstration de M. Schlesinger, comme l'établissait M. Plemej, ne résistait pas à la critique, en sorte que la question restait en suspens. Dans le cas $m = 2$ et $p = 3$ où nous avons énoncé le problème de Riemann, M. R. Fuchs a montré qu'on peut ramener la détermination des fonctions A à l'étude d'une équation du deuxième ordre qui n'est autre que l'équation du premier degré la plus générale à points critiques fixes. Le théorème fondamental de M. Schlesinger se trouvait ainsi vérifié, dans le cas particulier $m = 2$, $p = 3$, et dès lors deux voies étaient ouvertes : ou bien déduire, de l'étude rigoureuse du problème de Riemann, la conclusion que le système différentiel de M. Schlesinger (pour m et p quelconques) a bien ses singularités (non polaires) fixes; ou bien démontrer directement ce dernier résultat à l'aide de la méthode qui avait réussi pour les équations du deuxième ordre, et en déduire la possibilité de résoudre dans tous les cas le problème de Riemann. M. Chazy a choisi la première voie; M. Garnier, comme nous le verrons dans un instant, a choisi la seconde.

C'est la démonstration complète et rigoureuse du théorème fondamental

de M. Schlesinger qui clôt le Mémoire de M. Chazy : elle découle de la belle et rigoureuse méthode Fredholmienne, que M. Plemej a appliquée au problème de Riemann.

M. R. Garnier s'est occupé, lui aussi, de la détermination directe des équations du deuxième et du troisième ordre à points critiques fixes, mais sans obtenir d'équations essentiellement nouvelles, et la partie la plus intéressante de son Mémoire porte sur le problème de Schlesinger qu'il a abordé du côté *équations différentielles* au lieu de l'aborder du côté *problème de Riemann*. Il s'est attaché surtout au cas où le système linéaire (8) est du second ordre mais possède un nombre quelconque de pôles simples $t = a_1$, $a_2, \ldots, a_p$. Considérant, au lieu d'un système tel que (8), une équation linéaire du second ordre, il a formé explicitement, sous une forme très simple et très élégante un système qui équivaut au système différentiel de Schlesinger, système dont l'ordre croît indéfiniment avec n, et il a démontré, par *une analyse directe*, que ce système a ses points critiques fixes. Cette démonstration est une extension de la méthode relative aux équations du second ordre et du premier degré; elle n'en présentait pas moins de très sérieuses difficultés. M. Garnier obtient donc ainsi des équations différentielles *d'ordre aussi élevé qu'on veut*, non intégrables, et dont l'étude directe met en évidence la fixité des points singuliers.

Dans le cas général du problème de Schlesinger ($m > 2$, p quelconque), M. Garnier a amorcé la question : il a étudié le système *simplifié* qui se déduit par un procédé connu du système de M. Schlesinger et dont l'intégrale doit être uniforme si le système a ses points critiques fixes. Ce système simplifié s'intègre à l'aide des fonctions hyperelliptiques à multiplicateurs, et son étude, bien que n'introduisant pas de transcendantes nouvelles, est digne d'intérêt.

La dernière partie du travail de M. Garnier compte parmi les plus dignes d'attention. Nous venons de dire que l'équation du second ordre et du premier degré à points critiques fixes la plus générale, soit E, résout le problème de Riemann dans le cas (8) : d'où, pour l'intégrale de cette équation, certains développements et propriétés remarquables. Que deviennent ces développements et ces propriétés lorsque les pôles $t = a_1$, $t = a_2, \ldots$, des seconds membres de (8) viennent se confondre, et par suite, quand ces pôles cessent d'être *réguliers* au sens de L. Fuchs pour le système linéaire (8)? L'équation du second ordre à points critiques fixes correspondante est alors une dégénérescence de l'équation (E), équation qui se simplifie de plus en plus à mesure que les points a_1, a_2, a_3, ∞ se confondent

davantage, et qui aboutit à l'équation (1) quand a_1, a_2, a_3 sont ∞. Dans le cas général, où a_1, a_2, a_3 sont finis et distincts, les propriétés et développements de l'intégrale de E se déduisent de l'étude des solutions de (8) le long des trois lacets fondamentaux : Qu'advient-il quand deux des points a_1, a_2, a_3 (sommets des lacets) se confondent? M. Garnier est parvenu à élucider ce délicat problème dans le cas où deux des points a_i se confondent, et il a amorcé la solution dans les autres cas. Il s'agit de suivre l'effet d'un lacet qui passe entre deux singularités essentielles d'une équation linéaire, ces deux singularités tendant vers le même point, quand un certain paramètre tend vers zéro. Pour obtenir l'égalité limite de celle qui correspond au lacet tant que les deux singularités sont distinctes, il faut un véritable effort de pénétration. Il n'est pas douteux que M. R. Garnier saura continuer cet effort jusqu'au cas où les trois points a_1, a_2, a_3 sont rejetés à l'infini, autrement dit jusqu'à l'équation $y'' = 6y^2 + x$. C'est une voie indirecte mais sûre pour obtenir des propriétés des intégrales de cette dernière équation, la plus simple des équations du deuxième ordre à intégrale uniforme.

Tels sont les principaux résultats obtenus dans les trois Mémoires qui ont répondu à la question posée par l'Académie. Tenant compte de leur haute valeur, la Commission propose à l'Académie de décerner à chacun de ces trois Mémoires, en distinguant la profonde originalité du premier, un grand prix des Sciences mathématiques, à savoir :

Un grand prix de *trois mille francs* à M. **Pierre Boutroux**;
Un grand prix de *deux mille francs* à M. **Jean Chazy**;
Un grand prix de *deux mille francs* à M. **René Garnier**.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX FRANCOEUR.

(Commissaires : MM. Jordan, Poincaré, Émile Picard, Appell, Painlevé, Humbert, Boussinesq, Alfred Picard; Darboux, rapporteur.)

Le prix est décerné à feu M. **Émile Lemoine**, pour l'ensemble de ses travaux mathématiques.

PRIX PONCELET.

(Commissaires : MM. Jordan, Poincaré, Émile Picard, Appell, Painlevé, Humbert, Boussinesq, Alfred Picard; Darboux, rapporteur.)

Le prix est décerné à M. **Edmond Maillet**, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, pour l'ensemble de ses travaux mathématiques.

MÉCANIQUE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Boussinesq, Deprez, Léauté, Sebert, Vieille, Schlœsing, Haton de la Goupillière, Poincaré; Lecornu, rapporteur.)

Parmi les dispositifs imaginés en vue d'augmenter la sécurité des aviateurs, le stabilisateur Doutre est actuellement celui qui a reçu le plus d'applications, et les pilotes qui l'ont essayé paraissent reconnaître son efficacité.

Mais ce que nous devons surtout mettre ici en lumière, c'est le côté scientifique de l'invention. Le gouvernail de profondeur est manœuvré par un servomoteur à air comprimé dont la distribution dépend à la fois de la vitesse de l'aéroplane par rapport à l'air et de son accélération absolue. La vitesse du vent relatif intervient en exerçant sur un petit écran une pression proportionnelle au carré de cette vitesse et l'écran, maintenu par des ressorts, se déplace proportionnellement à la pression. L'accélération développe, d'autre part, une force d'inertie qui déplace une masselotte maintenue, elle aussi, par des ressorts. Le déplacement de la tige de distribution du servomoteur est la somme algébrique de ceux de l'écran et de la masselotte. Ceci posé, quand la vitesse relative diminue, le stabilisateur agit pour mettre le gouvernail de profondeur à la descente, d'après cette idée fort juste que le

moyen de récupérer de la vitesse consiste à faire travailler la pesanteur; inversement, quand la vitesse relative augmente, le gouvernail de profondeur se trouve mis à la montée. Quant au rôle de la masselotte, il consiste à combattre, par une manœuvre convenable du même gouvernail, les variations de l'angle d'attaque dues aux forces d'inertie inséparables de toute variation brusque de vitesse.

La combinaison de l'influence de la vitesse avec celle de l'accélération n'est pas chose nouvelle dans le domaine de la Mécanique appliquée : on emploie depuis longtemps, pour certaines machines à vapeur, un régulateur qui, placé dans le volant, impose à la poulie de l'excentrique de distribution une position dépendant à la fois de la force centrifuge liée à la vitesse de rotation et de la force d'inertie tangentielle liée à l'accélération de la rotation. Le mérite de M. Ad. Doutre est d'avoir su appliquer une combinaison analogue au problème, tout différent, de la stabilité longitudinale de l'aéroplane. C'est là un premier pas, fort important, dans la voie de la stabilisation automatique. L'Académie qui a déjà, à diverses reprises, manifesté tout l'intérêt qu'elle porte à la navigation aérienne, voudra sans doute récompenser aujourd'hui l'heureuse initiative de M. Doutre.

La Commission propose d'accorder à M. **Ad. Doutre** le prix Montyon (Mécanique).

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX FOURNEYRON.

(Commissaires : MM. Boussinesq, Deprez, Sebert, Vieille, Schlœsing, Haton de la Goupillière, Poincaré; Lecornu, Léauté, rapporteurs.)

1° Prix de 1910 prorogé à 1912. Question posée : *Étude expérimentale et théorique des effets des coups de bélier dans les tuyaux élastiques.*

2° Prix de 1912. Question posée : *Théorie et expériences sur la résistance de l'air applicables à l'aviation.*

Aucun Mémoire n'est parvenu à l'Académie sur la première question.

La Commission partage le montant des prix Fourneyron, à décerner en 1912, en deux portions inégales : elle décerne un prix de *mille francs* à M. **G. Eiffel**, ingénieur, *pour ses expériences sur la résistance de l'air*, et elle décerne un prix de *sept cents francs* à M. **Armand de Gramont, duc de Guiche**, pour ses travaux intitulés : *Essais d'Aérodynamique*.

Rapport sur les travaux de M. Eiffel, *par M.* **Lecornu.**

M. G. **Eiffel** a soumis au jugement de l'Académie un Volume intitulé *La résistance de l'air et l'aviation*, qui a paru en 1910, et un complément datant de l'année suivante. Cette publication relate les expériences effectuées, de 1909 à 1911, au laboratoire du Champ de Mars, expériences faisant suite à celles qui avaient été exécutées de 1902 à 1906 à la tour Eiffel, avec un appareil à chute libre. Récemment, le laboratoire du Champ de Mars a été transporté à Auteuil, où existent des aménagements plus puissants.

L'installation du Champ de Mars, qui doit seule nous occuper ici, avait pour organe essentiel un ventilateur aspirant, de 70 chevaux, mû électriquement et fournissant un cylindre d'air de $1^{m},50$ de diamètre, animé d'une vitesse qu'on pouvait faire varier entre 5^{m} et 20^{m} par seconde. Ce cylindre traversait une chambre d'expériences, hermétiquement close, dans laquelle se produisait, par suite de la transformation de l'énergie potentielle de l'air en énergie cinétique, une dépression de 8^{mm} à 20^{mm} d'eau. La vitesse des filets était mesurée à l'aide du tube de Pitot. La mesure des poussées sur les surfaces solides s'obtenait au moyen d'une balance fort ingénieuse qui, par trois pesées effectuées en faisant varier l'axe d'oscillation, fournissait trois équations déterminant les deux composantes de cette force et son point d'application.

On trouve, dans le Volume de 1910, des études concernant l'action du vent sur des plaques, planes ou courbes de diverses formes, sur les corps ronds, sur différents types d'ailes d'aéroplanes. Signalons en particulier un fait inattendu, relatif au cas de la plaque carrée ou rectangulaire frappée obliquement par le courant d'air. M. Eiffel a trouvé que, dans le cas par exemple d'une plaque carrée, la poussée, après avoir augmenté à peu près proportionnellement à l'angle d'inclinaison jusqu'à ce que celui-ci atteigne 35°, présente un maximum dépassant de près de 45 pour 100 la poussée sur la plaque normale au vent, puis décroît assez vite et, à partir de 50°, diminue lentement à mesure qu'on se rapproche de l'incidence normale. Avec les plaques rectangulaires, on observe des effets analogues, mais qui vont en s'atténuant à mesure que le rectangle s'allonge et disparaissent pour un allongement égal à 9.

Le Volume complémentaire de 1911 est principalement consacré à l'examen de cas plus compliqués: ailes relevées à l'arrière, biplans décalés, surfaces en tandem, surfaces en lames de persiennes, modèles d'aéro-

planes, etc. Un Chapitre spécial relate une première série d'études sur les hélices. M. Eiffel déduit de ses expériences que la résistance des hélices ne peut pas être regardée comme exactement proportionnelle au carré de la vitesse relative. En outre, la comparaison de ses essais sur les modèles réduits d'hélice avec ceux qui ont été exécutés à Chalais, par le capitaine Dorand, sur des hélices d'aéroplanes, l'amène à penser que de l'étude d'un modèle d'hélice on peut déduire le fonctionnement de l'hélice elle-même, à condition de prendre pour les essais la même vitesse de vent et de faire varier la vitesse de rotation en raison inverse du diamètre.

Toutes ces recherches sont réunies dans de nombreux Tableaux numériques et dans des diagrammes extrêmement clairs. C'est là une mine de renseignements pour les constructeurs d'aéroplanes, qui devront seulement ne pas perdre de vue la différence entre les conditions réalisées dans un laboratoire et celles du vol en plein air. Les travaux de M. Eiffel, poursuivis avec autant de méthode que de patience, présentent donc un intérêt à la fois scientifique et industriel.

La Commission est d'avis qu'il y a lieu de décerner à M. **Eiffel** un prix de *mille francs* sur les fonds Fourneyron.

Rapport sur les travaux de M. le DUC DE GUICHE, *par M.* **H. Léauté.**

M. **Armand de Gramont, duc de Guiche**, a adressé à l'Académie, pour le concours du prix Fourneyron de 1912, deux Volumes, l'un intitulé : *Essai d'aérodynamique du plan;* l'autre : *Essai d'aérodynamique*, 2e série. Ces deux Volumes contiennent les résultats des expériences qu'il a entreprises pendant ces trois dernières années avec des appareils construits dans son laboratoire particulier de Levallois-Perret, dont M. Bourlet, professeur au Conservatoire des Arts et Métiers, est le directeur.

Ces expériences, très nombreuses et très intéressantes, ont été faites par ce qu'on peut appeler la méthode directe, c'est-à-dire par le déplacement des surfaces à étudier dans une atmosphère calme. Les surfaces considérées étaient planes, leur déplacement était obtenu par une voiture automobile et la distribution de la pression sur les deux faces s'obtenait à l'aide de très petits trous reliés à des manomètres dont les indications étaient enregistrées par la photographie.

M. le duc de Guiche a pu de la sorte étudier l'influence des bords et montrer le rôle capital de cette influence pour les petites surfaces; les résultats auxquels il est parvenu sur ce point présentent un réel intérêt en

ce qui regarde la face antérieure; des études subséquentes aborderont le problème plus compliqué de la face postérieure.

La Commission du prix Fourneyron est unanimement d'avis que la longue série d'expériences consignées dans les deux Volumes qui lui ont été soumis est tout à fait digne de fixer l'attention de l'Académie; il est à désirer que M. le **duc de Guiche** les continue, et c'est pour l'encourager dans cette voie que la Commission lui décerne un prix de *sept cents francs* sur les fonds Fourneyron.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX BOILEAU.

(Commissaires : MM. Boussinesq, Deprez, Léauté, Sebert, Vieille, Schlœsing, Haton de la Goupillère, Poincaré; Lecornu, rapporteur.)

M. **A. Lafay**, professeur de Physique à l'École Polytechnique, s'est proposé d'étudier expérimentalement divers problèmes concernant l'action du vent sur les corps solides. Nous allons résumer brièvement ses recherches.

Lorsqu'une aile courbe attaque l'air sous un très petit angle, des tourbillons se développent du côté de sa concavité, et peuvent amener des effets dangereux. M. Lafay montre que la disposition des plumes de l'oiseau tend à empêcher la production de ces tourbillons et il décrit un dispositif fort simple, pouvant être adapté dans le même but aux ailes des aéroplanes.

Les appareils usités dans les laboratoires d'aérodynamique pour connaître l'effort sustentateur d'un modèle d'aéroplane obligent, en général, à déterminer successivement les deux composantes horizontale et verticale de cet effort, et cela exige que le vent soit le même aux deux instants. Si l'on désire simplement avoir la direction de l'effort, il est évidemment préférable de l'obtenir par une seule expérience, et c'est ce qu'a réalisé M. Lafay. L'objet est suspendu à un cadre qui lui laisse la mobilité nécessaire. On équilibre l'effort du vent par la tension d'un lien flexible, et la direction de ce lien donne celle de l'effort. En appliquant ce procédé à divers oiseaux naturalisés, M. Lafay est parvenu à cette conclusion, assez surprenante, « qu'un oiseau naturalisé se comporte comme un volateur médiocre, certainement inférieur à un bon monoplan ». Il resterait à savoir si la conclusion peut s'étendre à l'animal vivant, qui est doué d'une plus grande sou-

plesse et peut donner, à chaque instant, à ses ailes, la forme la plus favorable.

On doit encore à M. Lafay une méthode nouvelle pour l'étude photographique du mouvement de l'air. Cette méthode est basée sur le fait que l'acétylène, tout en ayant une densité voisine de celle de l'air, possède un indice de réfraction plus élevé. Les photographies obtenues sont intéressantes; elles montrent, par exemple, la formation d'un système de rides devant les obstables opposés au vent, et le relèvement du courant d'air en avant d'une aile. M. Lafay fait remarquer que ces photographies « permettent de se faire une idée sur la différence qui existe entre les courants à l'état turbulent, qui sont la réalité, et la fiction des filets réguliers considérés par la théorie ». Mais, ici, une observation s'impose. Le Mémoire de M. Lafay donne simultanément la photographie instantanée d'une aile frappée obliquement par un vent de 12^m et la photographie de la même aile, placée dans les mêmes conditions avec pose de $\frac{1}{1000}$ de seconde. Dans le second cas, l'apparence floconneuse du courant fluide est remplacée par un aspect fibreux dû à la superposition des traînées dessinées par les nébulosités qui ont effectué, pendant la pose, des parcours de 1^{cm} environ. Autant la première photographie donne l'impression d'un régime turbulent, autant la seconde manifeste un écoulement par filets réguliers. Or, il y a quarante ans que notre confrère, M. Boussinesq, a mis en évidence la nécessité de distinguer, en chaque point d'un fluide en mouvement, la vitesse réelle et ce qu'il a nommé la vitesse moyenne locale, celle-ci variant seule, d'une manière continue, et vérifiant d'ailleurs, ainsi qu'il l'a démontré, les équations de l'Hydrodynamique. C'est donc la vitesse moyenne locale qui seule doit être prise en considération dans les calculs, et c'est ce qui justifie pleinement la « fiction des filets réguliers ».

Dans une Note : *Sur les pressions moyennes supportées par un corps maintenu dans un courant dont la vitesse est irrégulière*, M. Lafay cherche à expliquer certaines divergences que l'on constate entre les résultats obtenus par divers laboratoires dans l'étude d'appareils identiques. Il trouve, par exemple, qu'un corps cylindrique frappé par un vent perpendiculaire à son axe, dont la vitesse oscille autour d'une valeur moyenne, subit vers l'arrière une dépression moyenne beaucoup plus accentuée que s'il était placé dans un courant régulier donnant au tube de Pitot le même effet que le premier. Il suggère, dans le même Mémoire, l'utilisation d'un microphone pour apprécier le degré de régularité d'un courant aérien.

Signalons enfin les expériences de M. Lafay concernant l'effet produit

par la rotation rapide d'un cylindre au milieu d'un vent normal à son axe. Magnus avait trouvé, en 1853, qu'un pareil cylindre tend à se déplacer perpendiculairement à la direction du vent, en avançant vers la région pour laquelle sa vitesse périphérique est de même sens que celle du vent. M. Lafay trouve que, dans certaines conditions, précisées par lui, ce phénomène peut être inversé; et il met en lumière l'influence de l'état de la surface sur l'intensité de cette inversion. Il établit, en outre, l'existence de particularités remarquables que présente le phénomène quand il se produit dans le sens indiqué par Magnus.

Cet ensemble de travaux, effectués avec des moyens matériels fort modestes, a paru, à la Commission, digne de récompense, et elle propose de donner à M. Lafay le prix Boileau.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

AVIS.

La Commission, considérant que les Mémoires soumis au jugement de l'Académie doivent être rédigés en français, propose d'inviter l'auteur anonyme d'un Mémoire rédigé en langue allemande, inscrit au concours du prix Boileau sous le n° 3, et portant pour épigraphe : *Rien n'est plus aimable que la vérité*, à envoyer, s'il le juge à propos, une traduction française, en vue du concours du prix Boileau de 1915.

Notification de cette décision sera faite à l'auteur anonyme, par la voie du *Compte rendu* de la séance publique annuelle.

(*Comité secret du* 8 *juillet* 1912.)

NAVIGATION.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE LA MARINE.

(Commissaires : MM. Grandidier, Boussinesq, Deprez, Léauté, Bassot, Guyou, Sebert, Vieille, Lecornu, Ch. Lallemand; Hatt, Bertin, rapporteurs.)

La Commission chargée par l'Académie de décerner, aux travaux qui ont le plus contribué à augmenter l'efficacité de nos forces navales, le prix extraordinaire de *six mille francs* institué par le Département de la Marine, a cru devoir partager ce prix de la manière suivante :

Un prix de *deux mille francs* à M. **Le Page**, pour les travaux qu'il a exécutés comme pilote-major de la Flotte.

Un prix de *deux mille francs* à M. le capitaine de vaisseau **Ronarch**, pour son système de dragage pour les torpilles dormantes.

Un prix de *deux mille francs* à M. **Marbec**, sous-directeur de l'École d'Application du Génie maritime, pour son appareil d'écouvillonnage à air comprimé.

Rapport sur les travaux de M. Le Page, par M. **Hatt**.

Parmi les candidats au prix extraordinaire de la Marine figure, cette année, le pilote-major **Le Page**, dont la carrière, toute de dévouement, est digne d'attirer l'attention de l'Académie.

Entré dans la Marine de commerce comme mousse à l'âge de onze ans et demi, il a fait successivement 25 mois de cabotage et dix campagnes d'Islande sur des navires de Paimpol. Après cette rude préparation, il débuta dans la Marine de guerre, au commencement de 1883, comme apprenti timonier; il entra la même année à l'École de Pilotage, pour en sortir 5 ans après, le premier de sa promotion, avec le grade de second maître-pilote. Disons tout de suite qu'il conquit ainsi, de haute lutte, tous ses grades consécutifs.

Au moment de la création des écoles de patrons-pilotes de torpilleurs, il fut désigné pour remplir les fonctions d'instructeur à celle de Brest. On se tromperait en pensant que le tirant d'eau de ces petits navires rend le pilotage plus aisé que pour les navires à grand tirant d'eau. C'est l'inverse qui est vrai, car, appelés à utiliser les passes les plus étroites et les moins profondes, pour se tenir prêts à l'attaque et pour échapper aux poursuites de la flotte ennemie, les torpilleurs sont obligés d'étudier avec bien plus de détails les abords de la côte dans des parages qui, avant eux, n'avaient jamais été explorés avec le même soin. A ce titre, les *Instructions de pilotage de jour et de nuit* qu'il a publiées pendant son séjour à l'École constituent une œuvre tout à fait originale. Les élèves que M. Le Page avait formés ont été si brillants aux examens de sortie de l'École, que le Ministre a, de ce chef, décerné à leur maître un témoignage officiel de satisfaction.

Attaché plus tard à l'École générale du Pilotage, M. Le Page a mis à profit les navigations sur l'*Élan* pour compléter ses études des dangers et passes des côtes nord et ouest de France. En 1899, il rassembla, en deux Mémoires qui furent successivement transmis par le ministère au Service hydrographique, le résultat de ses investigations.

Dans le premier, très favorablement jugé par M. Bouillet, chef du Service des côtes de France, il signale un grand nombre de roches ne figurant pas sur les cartes et détermine leur position; il fournit également des renseignements importants sur le balisage et les amers de la côte.

Le second Mémoire traite de la question des hauteurs d'eau à une heure quelconque dans diverses localités de la côte de France, fréquentées par les caboteurs. Elle est complexe par elle-même. Pour connaître le régime détaillé des marées dans un port, il est nécessaire de soumettre à l'analyse harmonique les observations enregistrées par un marégraphe dans la localité. C'est un travail long et minutieux, mais qui donne une certitude qu'aucune autre méthode ne peut conférer. Le Service hydrographique qui publie, d'après les constantes ainsi obtenues, les hauteurs d'heure en heure, pour un petit nombre de localités où existent des marégraphes, ne pouvait évidemment pas publier sous sa responsabilité les Tables proposées par M. Le Page et obtenues par des procédés plus sommaires. Mais il a tenu à signaler le mérite du travail entrepris et à proposer son auteur pour une très haute récompense. D'ailleurs, les Tables des marées ont été publiées par les soins de M. Le Page et leur succès est assez grand pour que la première édition de l'Ouvrage ait été entièrement épuisée.

Depuis cette époque, le pilote Le Page a établi encore les premières

données des *Instructions nautiques*, spéciales aux grands bâtiments, et il a collaboré activement à leur rédaction définitive.

On peut mentionner, parmi d'autres études du même auteur, un guide des échouages accessibles aux torpilleurs qui pourraient être, en temps de guerre, d'une grande utilité aux sous-marins et torpilleurs.

La Commission du prix extraordinaire de la Marine pense que les travaux de M. **Le Page** sont, au premier chef, de nature à pouvoir accroître l'efficacité de nos forces navales. Elle est heureuse, en outre, de pouvoir récompenser la vie de labeur et de dévouement de ce serviteur modèle en lui accordant une somme de *deux mille francs* sur la totalité de ce prix.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX PLUMEY.

(Commissaires : MM. Grandidier, Boussinesq, Deprez, Léauté, Bassot, Guyou, Sebert, Hatt, Vieille, Ch. Lallemand, Lecornu; Bertin, rapporteur.)

Le prix est partagé entre MM. **Victor Garnier** et **Henri Fabre**.

M. **Victor Garnier**, directeur des Constructions navales du cadre de réserve, a pris, en 1897, la part principale de l'invention du périscope destiné à la navigation sous-marine, dont le modèle, très perfectionné par notre confrère, M. Carpentier, constructeur des appareils, est actuellement en usage dans la Marine française.

La Commission propose d'attribuer à M. Garnier une somme de *deux mille francs* sur le prix Plumey de 1912, bien que l'invention ne se rapporte qu'indirectement à la navigation à vapeur.

L'appareil est secret.

M. **Henri Fabre**, né à Marseille en novembre 1882.

Licencié ès Sciences physiques et chimiques, ancien élève de l'École d'électricité de Paris, a entrepris, en 1907, des études sur la navigation aérienne, qui l'ont conduit, en 1908, à entreprendre l'étude de l'hydroaéroplane, dérivé d'abord de l'hydroplane.

A construit, en 1909, un hydroaéroplane à flotteurs, qui, perfectionné depuis lors, à diverses reprises, est le type des appareils actuellement en usage.

Proposé pour une part de *deux mille francs* sur le prix Plumey pour 1912, bien que le sujet ne se rapporte qu'indirectement à la Navigation à vapeur.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

ASTRONOMIE.

PRIX PIERRE GUZMAN.

Décerné à celui qui aura trouvé le moyen de communiquer avec un astre autre que Mars. A défaut de ce prix, les intérêts seront attribués, en 1915, à un savant qui aura fait faire un progrès important à l'Astronomie.

Le prix n'est pas décerné.

PRIX LALANDE.

(Commissaires : MM. Wolf, Deslandres, Baillaud, Hamy, Puiseux, Darboux, Lippmann, E. Picard; Bigourdan, rapporteur.)

La détermination exacte des coordonnées des nébuleuses doit conduire à la connaissance des mouvements propres de ces astres, et ainsi nous fournir des données précieuses sur leurs distances au Soleil.

Telle est l'idée qui a orienté nombre d'observateurs vers la détermination de ces coordonnées et qui, sans doute, décida Winnecke à faire construire spécialement dans ce but le grand réfracteur de l'Observatoire de Strasbourg, de $0^m,489$ d'ouverture.

Arrêté par la maladie, Winnecke ne put mettre à exécution le plan qu'il s'était tracé, mais il a trouvé de dignes continuateurs dans MM. **H. Kobold** et **C.-W. Wirtz.**

Le premier commença en 1880 ses observations des nébuleuses, qui d'abord furent peu nombreuses; mais à partir de 1886 jusqu'à 1902 il les poursuivit activement, et il a ainsi fixé les positions exactes de 1554 nébuleuses : aucune série antérieure n'avait compris un aussi grand nombre de ces objets, et d'ailleurs les mesures de M. Kobold se placent tout à fait aux premiers rangs par leur précision.

Les observations ont été réduites par M. Wirtz qui, en outre, a continué le travail de mesure de 1902 à 1910, et la discussion des résultats montre aussi leur haute précision.

Enfin, M. Wirtz a formé, au moyen de ses mesures et celles de M. Kobold, une sorte de Catalogue normal de 1257 nébuleuses, qu'il a comparé ensuite aux séries antérieures, de manière à mettre en évidence leurs erreurs, accidentelles ou systématiques.

Le travail fait ainsi à Strasbourg forme donc un point de départ très précieux, pour la détermination des mouvements propres des nébuleuses. Aussi votre Commision vous propose de partager entre MM. **Kobold** et **Wirtz** le prix Lalande de 1912, en émettant le vœu que sa valeur soit augmentée.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX VALZ.

(Commissaires : MM. Wolf, Deslandres, Baillaud, Hamy, Puiseux, Darboux, Lippmann, E. Picard; Bigourdan, rapporteur.)

Il n'est guère d'astres plus intéressants que les comètes, et ceux qui se livrent activement à leur recherche rendent à l'Astronomie de vrais services.

Parmi eux, votre Commission a remarqué M. **Alexandre Schaumasse**, astronome à l'Observatoire de Nice depuis la fin de 1909 et qui, antérieurement, s'était exercé pendant 10 ans à l'Observatoire de Paris.

Le 30 novembre 1911, il a découvert la comète périodique 1911 *h*, alors très faible, et qui a 8 ans de période. Déjà il avait retrouvé, en même temps qu'un autre astronome, la comète Borrelly 1905 II à son retour de 1911, et enfin, ces jours derniers, il a rencontré la célèbre comète Tuttle qu'une éphéméride de recherche plaçait extrêmement loin de sa vraie position, parce que ses perturbations n'avaient pas été calculées.

En outre, M. **Schaumasse** a fait de nombreuses observations de petites planètes et de comètes, calculé des orbites, des éphémérides, etc. Pour

l'encourager à persévérer dans la voie où il s'est engagé, votre Commission vous propose de lui décerner le prix Valz de 1912.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

MÉDAILLE JANSSEN (Astronomie).

(Commissaires : MM. Wolf, Bigourdan, Baillaud, Hamy, Puiseux, Darboux, Lippmann, Émile Picard; Deslandres, rapporteur.)

La médaille Janssen est attribuée par un vote unanime de la Commission à M. **Perot**, physicien astronome à l'Observatoire de Meudon.

M. Perot est bien connu par ses travaux de Physique pure et, en particulier, par les belles recherches, faites en commun avec M. Ch. Fabry, qui ont conduit à une nouvelle méthode d'étude des spectres, dite *méthode interférentielle*, et à une augmentation notable de la précision dans toutes les mesures de longueurs d'onde.

M. Perot, attaché à Meudon depuis 1908, a organisé et installé dans l'Observatoire plusieurs de ses appareils interférentiels et les a appliqués journellement à l'étude du Soleil. Déjà auparavant, à Marseille, les mêmes appareils avaient donné avec une grande précision les longueurs d'onde principales du spectre solaire et avaient décelé les erreurs systématiques des mesures de Rowland ; à Meudon, ils ont été employés à reconnaître la vitesse de rotation et les mouvements généraux des couches gazeuses de l'atmosphère solaire.

M. Perot détermine ainsi la vitesse de rotation de l'hydrogène, du magnésium et du calcium avec plusieurs raies spectrales de chaque vapeur, et la trouve plus grande que celle des couches basses et moins variable avec la latitude. De plus, la précision des mesures lui permet de reconnaître un mouvement général de descente pour chaque vapeur, mouvement qui est rapporté, non à la vapeur elle-même, mais à ses ions lumineux seuls; même la vitesse de descente est la plus grande avec la vapeur la plus légère, c'est-à-dire avec l'hydrogène.

Tous ces résultats ont une réelle importance pour l'interprétation des phénomènes généraux du Soleil et justifient largement la distinction accordée à M. **Perot**.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

GÉOGRAPHIE.

PRIX TCHIHATCHEF.

(Commissaires : MM. Grandidier, Bassot, Guyou, Hatt, Bertin, Ch. Lallemand, Ph. van Tieghem, Edmond Perrier; le prince Roland Bonaparte, rapporteur.)

Rapport sur l'expédition de S. A. R. le Duc des Abruzzes *dans la chaîne du Karakoram et dans l'Himalaya occidental*, par le **Prince Bonaparte**.

Avant de visiter, en 1909, les hautes chaînes de l'Himalaya, le **Duc des Abruzzes** avait déjà gravi le mont Saint-Élie sur la côte nord-ouest de l'Amérique du Nord; puis à bord de la *Stella Polare* il avait, dans les régions arctiques, atteint de hautes latitudes; enfin une dernière expédition l'avait conduit jusqu'au Ruwenzori, ce colosse de l'Afrique orientale.

Aussi la nouvelle expédition asiatique du Duc des Abruzzes ne pouvait-elle être inférieure en résultats positifs à celles qui l'avaient précédée.

Il était accompagné du marquis F.-N. Cambiaso, lieutenant de vaisseau, de M. Sella et de son assistant, M. F. de Filippi, de sept guides et porteurs de Courmayeur et d'un grand nombre de porteurs indigènes; un Anglais, M. Baines, choisi par sir Francis Yunghusband, avait été attaché à l'expédition à cause de sa connaissance du pays et de ses habitants. Le voyage commencé en avril 1909 se terminait au mois d'août.

Les premiers résultats de cette expédition ont été exposés par le Duc des Abruzzes, lui-même, dans une première conférence faite devant le Club alpin italien et dans une deuxième devant la Société italienne de Géographie.

Ultérieurement les résultats complets ont été publiés en un fort volume édité en italien d'abord, et bientôt suivi d'une traduction anglaise. Trois cartes et dix-huit panoramas ayant servi à établir celles-ci accompagnent le volume qui est magnifiquement illustré grâce aux merveilleuses photographies de M. Sella. Elles font revivre sous nos yeux le monde grandiose des géants himalayens recouverts de glaciers et de névés.

L'expédition s'attacha surtout à l'étude des régions glaciaires qui entourent le point culminant de la chaîne du Karakoram, le célèbre Pic K. 2. ou Godwin Austen des géodésiens anglo-indiens, dont la cime ultime s'élève jusqu'à 8620^m; le Gaurisankar, le point le plus élevé du globe, ne le dépassant que de 220^m environ.

L'altitude maxima atteinte par l'expédition est de 24600 pieds soit environ 7380^m en une station située au sud-est du Pic Bride.

Ces hautes ascensions prouvèrent que l'homme peut vivre et faire des efforts violents continus à une altitude beaucoup plus élevée qu'on ne l'avait cru avant de l'avoir expérimenté. On constata inversement que les indigènes qui habitent à l'état permanent les régions élevées éprouvent en descendant dans les basses terres un malaise que, par opposition au mal des montagnes, on pourrait appeler le mal des plaines.

Les versants est et ouest du Pic K. 2. furent particulièrement étudiés ainsi que les glaciers de Baltoro et de Godwin Austen.

La carte de ces glaciers a été dressée au $\frac{1}{100000}$ par l'Institut géographique militaire de Florence en utilisant les observations du lieutenant de vaisseau Cambiaso. La méthode employée par celui-ci pour ses levés était la méthode photogrammétrique de Paganini; il avait également fait de nombreuses observations au théodolite. Les altitudes étaient déterminées à l'aide de baromètres Fortin, anéroïdes et d'hypsomètres. La station de base était celle de Rdokass à environ 3961^m et dont l'altitude fut fixée par des observations faites trois fois par jour pendant 2 mois et comparées avec les observations simultanées des observatoires de Skardu, Leh, Srinagar, et Gilgit.

Les levés topographiques embrassent le bassin supérieur du glacier de Baltoro, le glacier de Godwin Austen en entier avec ses tributaires qui entourent les trois quarts du massif du Pic K. 2. et les chaînes de sommets qui les dominent. Sur cette carte, on constate de grandes différences avec les levés des explorateurs antérieurs de cette région. On y remarque beaucoup de nouvelles cotes. Deux pics dépassent 27000 pieds, 8100^m. Si l'on y ajoute cinq autres pics de la chaîne himalayenne dans les mêmes conditions d'altitude, cela constitue un ensemble de sept sommets s'élevant au delà de 8100^m et il n'y a que ceux-là sur le globe.

Mais ces importants travaux de topographie ne firent pas négliger les autres branches des Sciences physiques ou naturelles. Nous venons de voir que de nombreuses observations de Météorologie furent faites. Des collections de Géologie et de Botanique furent récoltées. Elles ont été étudiées

par des spécialistes dans des appendices de la relation générale et nous permettent de mieux connaître les conditions physiques et biologiques de ces régions élevées.

Tels sont, en résumé, les principaux résultats scientifiques obtenus au cours de cette expédition qui fait grand honneur au Prince qui l'a organisée et si bien conduite sur les hautes terres asiatiques.

Aussi votre Commission vous propose-t-elle d'attribuer le prix Tchihatchef au **Duc des Abruzzes**.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX BINOUX (Géographie et Navigation).

(Commissaires : MM. Grandidier, Bassot, Guyou, Bertin, Ch. Lallemand, Ph. van Tieghem, Edmond Perrier, le prince Roland Bonaparte; Hatt, rapporteur.)

Rapport sur le travail de M. **Fichot**, ingénieur hydrographe : *Réduction au sphéroïde terrestre des données fournies par les opérations de triangulation.*

Dans ce Mémoire qui a été soumis, il y trois ans déjà, au jugement de l'Académie, M. Fichot s'est proposé d'étudier ce que pouvaient signifier les opérations géodésiques ordinairement pratiquées sur notre globe quand on considère celui-ci, non plus comme à peu près sphérique, mais comme une surface irrégulière n'ayant, même qu'approximativement, la figure d'un ellipsoïde de révolution.

Nous traçons des lignes droites sur le terrain et nous supposons que tous les jalons doivent apparaître l'un derrière l'autre quand ils sont bien placés. Nous visons un point éloigné et il nous paraît évident que les points intermédiaires, sur la même direction, sont en ligne droite.

Rien de cela n'est exact et nous sommes obligés de nous contenter d'à peu près quand nous rêvons de perfection. La ligne droite n'est pas le chemin le plus court d'un point à l'autre, pour peu que ces points soient un peu éloignés; la ligne géodésique, qui jouit de cette propriété, peut être tracée par petites fractions, avec la condition que chacun des éléments rectilignes paraisse prolonger le précédent pour l'observateur placé à leur jonction.

C'est en partant de cette définition que M. Fichot s'est livré aux calculs les plus ardus pour tracer sur le sphéroïde la ligne de plus courte distance qui répond à l'objectif des géodésiens. Le problème était d'autant plus difficile que, par la force des choses, il est impossible de définir rigoureusement la surface étudiée. Tout ce qu'espèrent ceux qui se sont occupés d'en déterminer les dimensions, c'est que la forme générale ne s'éloigne pas beaucoup de celle d'un ellipsoïde de révolution, mais cet espoir est-il justifié? Les géologues ne nous parlent-ils pas d'une surface à facettes, d'un tétraèdre?

M. Fichot a commencé par ne faire aucune hypothèse et a considéré une surface quelconque sans discontinuité appréciable. Il a développé l'équation de la ligne géodésique en choisissant comme plan de référence le plan tangent, lequel contient deux axes dont l'un tangent à la courbe, le troisième axe étant la normale à la surface. Le développement a été poussé jusqu'au sixième ordre d'infiniment petits.

S'il n'y a qu'une seule ligne géodésique entre deux points à visées réciproques, il n'en est pas de même pour les sections dites *normales* qu'aux deux extrémités de la ligne pratiquent dans le sphéroïde les plans verticaux de visées des instruments à mouvement azimutal des observateurs; car les verticales des deux stations extrêmes sont dans des plans différents.

Il y a, de ce chef, trois courbes reliant les points extrêmes : la géodésique et les deux sections directe et inverse. C'est à l'étude des longueurs et situations respectives de ces courbes que s'est attaché M. Fichot, dans le cas le plus général. Il y a déployé une maîtrise qui prouve en faveur de connaissances mathématiques élevées.

L'application à l'ellipsoïde qui découle tout naturellement de cette étude générale nous ramène dans le domaine des réalités tangibles. M. Fichot nous a rassurés, quant à la légitimité des opérations géodésiques courantes; nous avons rigoureusement le droit de jalonner une base et quand nous visons un point à moins de 50^{km} ou 60^{km} nous pouvons considérer tous les intermédiaires comme situés sur la géodésique. Sauf exceptions très rares, comme les jonctions de continents très éloignés, Espagne et Algérie, par exemple, il n'y a pas dans les opérations de triangulation à se préoccuper d'une correction provenant de la double courbure d'une ligne géodésique ou du défaut de parallélisme des verticales des deux extrémités.

Mais si les triangles à côtés gigantesques sont peu employés, les grandes distances peuvent se présenter dans l'enregistrement des résultats de la triangulation quand on exprime les positions des signaux par des coordon-

nées rectangulaires dépendant de leurs distances à une origine commune. On n'a pas à se préoccuper de corrections provenant du défaut de parallélisme des verticales, puisqu'il s'agit de points et directions théoriques, mais il importe au point de vue de ces longueurs et directions de limiter, comme le dit M. Fichot, l'usage des coordonnées à 100^{km} ou 150^{km}. Pour des distances plus grandes, il conviendra de changer d'origine.

Le travail de M. **Fichot**, très savant, au point de vue des Mathématiques pures, a attiré l'attention de la Section de Géométrie qui l'avait jugé digne de concourir pour l'un des prix qu'elle distribue annuellement. Diverses circonstances ont empêché de donner une suite immédiate au projet et la mort de M. Bouquet de la Grye, survenue sur ces entrefaites, l'a fait oublier dans les années qui ont suivi. En le reprenant, la Commission du prix Binoux, sans oublier la valeur mathématique du travail, a estimé qu'il possédait une valeur égale au point de vue strictement géodésique; elle propose à l'Académie de lui décerner le prix Binoux bisannuel, destiné en 1912 à récompenser les travaux sur la Géographie et la Navigation.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX DELALANDE-GUÉRINEAU.

(Commissaires : MM. Grandidier, Bassot, Guyou, Bertin, Lallemand, Ph. van Tieghem, Perrier, le prince Roland Bonaparte; Hatt, rapporteur.)

Rapport sur les travaux exécutés, de 1907 *à* 1909, *par le capitaine d'infanterie coloniale* **Tilho**.

Les deux Volumes, accompagnés de cartes, que présente le capitaine **Tilho** au concours de l'un des prix de Géographie, rendent compte du résultat des travaux exécutés dans l'Afrique centrale par la mission qu'a commandée cet officier pendant plus de 2 ans (octobre 1906 à janvier 1909).

Le but de la mission était la délimitation de la frontière franco-anglaise, entre le Niger et le lac Tchad, et dans l'intérieur du lac. A cette tâche déjà importante par elle-même, le capitaine Tilho a ajouté une exploration détaillée de toute la région s'étendant autour du Tchad, ainsi qu'une étude

très approfondie des phénomènes physiques dont cette région est le théâtre. Rarement programme aussi vaste a été conçu pour être réalisé dans des contrées plus qu'à demi-sauvages, et il faut admirer qu'il ait pu être mené à bonne fin dans toutes ou presque toutes ses parties.

Le bornage de nos possessions exigeait des déterminations suffisamment exactes de positions géographiques. Dans ces sortes d'opérations, qui sont devenues assez fréquentes depuis le partage du continent africain, on se contente d'ordinaire d'une rigueur relative, celle que peut donner le sextant. La mission Tilho a recherché l'exactitude des levés réguliers et l'a obtenue. Il est juste de dire que l'emploi de l'astrolabe à prisme a contribué à ce succès en assurant la détermination de l'heure et de la latitude. Mais on ne peut obtenir la longitude qu'au prix de précautions infinies pour la conservation de l'heure. La mission n'en a négligé aucune; les montres de torpilleurs qui lui servaient de garde-temps ont été soigneusement renfermées dans une caisse dont l'aménagement rappelait celui des chambres de chronomètres à bord des navires. La caisse, transportée par un agent spécial, dont c'était la fonction unique, était agitée le moins possible et il était recommandé au porteur de ne jamais tourner la tête pour éviter les mouvements brusques qui sont si funestes aux chronomètres. On a même poussé la précaution jusqu'à consacrer, pendant les haltes prolongées, le nombre d'heures réglementaire de marche à une promenade quotidienne de ces instruments autour du campement, de manière à ne rien changer à leur régime normal.

Pour la lecture du cadran des secondes, on a introduit une correction tenant compte de l'excentricité possible et de l'inclinaison de l'aiguille qui occasionnent des irrégularités périodiques dans l'indication du temps.

Les longitudes relatives, ainsi déterminées, sont d'une exactitude remarquable, étant données les circonstances dans lesquelles opérait la mission. Quant à la longitude absolue, résultant principalement d'occultations d'étoiles par la Lune, on ne s'est pas assujetti à l'observer en un point unique, car on pouvait ramener les résultats obtenus en divers points, à l'un quelconque d'entre eux, au moyen des longitudes relatives.

La ligne de délimitation franco-anglaise pénètre par l'Ouest, dans le lac Tchad, et en sort au Sud en rejoignant la frontière anglo-allemande du Cameroun. Cette mystérieuse et intermittente nappe d'eau, grande comme la mer d'Azov, et qui, à l'instar du lac de Constance, sert de point de concours aux territoires de trois nations, a excité la curiosité des voyageurs sans leur livrer, jusqu'à présent, la clef de l'énigme de son existence.

Ce problème devait d'autant plus se poser à la mission Tilho qu'elle avait le devoir de prolonger ses opérations dans le lac pour assurer les limites de notre territoire. Les études qui ont été entreprises, conjointement avec l'exploration cartographique de la région environnant le lac, portaient sur les questions de Géographie physique : Orographie, Météorologie, Hydrologie, Salure des eaux, Géologie, Botanique, Zoologie.

Aux opérations géodésiques précédemment signalées, il faut joindre la détermination des hauteurs par la comparaison des pressions atmosphériques simultanées aux deux stations. A ces pressions, mesurées au moyen du baromètre ou de l'hypsomètre, correspond bien, par leur comparaison, la différence d'altitude cherchée, pourvu que le régime atmosphérique soit le même aux deux stations, c'est-à-dire pourvu que la pression barométrique, réduite au niveau de la mer, soit la même.

La mission a cru obvier à la possibilité d'une différence de régime, en procédant de proche en proche, par étapes successives, entre la mer et l'intérieur du continent, méthode qualifiée du nom de *transport d'altitude*. Il y aurait peut-être quelques réserves à faire relativement à l'efficacité de cette méthode, car, dans le cas d'un régime progressivement variable, le fractionnement n'a pour effet que d'échelonner de petites erreurs dont la somme équivaudra toujours à l'erreur totale que l'on aurait commise par une comparaison directe. Mais il n'y a pas lieu de s'arrêter à ces considérations qui seraient applicables à toutes les mesures de hauteurs par le baromètre, cet instrument ne pouvant donner avec quelque certitude que l'altitude relative de deux points situés à peu près sur la même verticale.

Un résultat plus certain et très intéressant, obtenu par les observations météorologiques continues, est l'existence d'un minimum de pression atmosphérique dans la région du Tchad, à l'époque de la saison chaude. La variation annuelle de la pression, qui est de $3^{mm},8$ en moyenne sur la côte ouest d'Afrique, atteint $8^{mm},5$ au Tchad, et les altitudes déterminées en été, pour cette région, sont supérieures à celles de l'hiver.

Mais le problème le plus passionnant dont la mission ait eu à s'occuper est celui du lac lui-même, de sa nature et de son avenir. Lac éphémère, peut-on croire, car là où l'on trouvait de l'eau il y a quelques années, s'élève une végétation épaisse sur un sol desséché. Cette disparition est-elle permanente ou seulement transitoire, tenant à une longue série d'années sèches? Dans le premier cas, il faudrait redouter la marche en avant du Sahara qui, peu à peu, envahirait les régions du Soudan encore indemnes. Mais, en raison de la rapidité de cette transformation du lac qui cadre mal avec la progression, sans doute séculaire, du phénomène de l'assèchement,

s'il doit se produire, il y a lieu d'espérer que l'on se trouve en présence de conditions climatologiques à périodes très longues. Il ne manque pas d'exemples, en des lieux connus, de sécheresses prolongées suivies de pluies diluviennes. Avec l'occupation continue de la région, on saura, dans quelques années, à quoi s'en tenir.

Une autre particularité très curieuse du lac est la grande douceur de ces eaux. Leur teneur en sel est plus faible que celle des affluents, le Chari et la Komadouga-Yoobé. Le lac n'a pas d'issue apparente, et, dans ces conditions, la salure devrait être très accentuée, comme c'est le cas pour les Chotts de l'Algérie, le lac salé de l'Utah, la mer Morte, etc., etc. Il faut donc admettre que le lac Tchad n'est que l'affleurement d'une nappe d'eau souterraine qui trouverait son écoulement vers le Nord-Est. Une présomption en faveur de cette thèse résulterait de l'étude faite, au Muséum d'Histoire naturelle, de la faune malacologique d'après les échantillons recueillis par la mission.

Il nous est impossible, dans un Rapport succinct, de rendre compte, par le menu de l'énorme masse de documents que contiennent les Volumes publiés actuellement par la mission du lac Tchad. La vaillance des explorateurs, la conscience qu'ils ont apportée à leur travail et l'esprit scientifique dans lequel il a été conçu, font qu'il nous paraît digne d'une haute récompense de l'Académie. Nous ne disposons, malheureusement, que du prix Delalande-Guérineau, dont l'importance, trop faible, nous paraît tout à fait hors de proportion avec le mérite du travail à récompenser. La Commission s'estimera heureuse s'il est possible de prélever, sur les ressources du budget de l'Académie, une somme suffisante pour doubler ou pour augmenter, dans une plus forte proportion encore, le montant du prix.

C'est sous ces réserves qu'elle accorde le prix Delande-Guérineau au capitaine **Tilho**.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX GAY.

(Commissaires : MM. Grandidier, Bassot, Guyou, Hatt, Bertin, Ph. van Tieghem, Perrier, le prince Roland Bonaparte; Charles Lallemand, rapporteur.)

Le sujet donné au Concours par l'Académie était : *l'Étude des marées de l'écorce terrestre*.

Un seul Mémoire a été présenté.

S'aidant des principales statistiques existantes à cet égard, l'auteur s'est proposé de rechercher les relations qui peuvent exister entre la fréquence des tremblements de terre, des microsismes et des éruptions volcaniques d'une part, et, de l'autre, les troubles atmosphériques, les taches solaires, les phases de la Lune, sa déclinaison et celle du Soleil, la distance de ces deux astres à la Terre, leur passage au droit de certains méridiens terrestres, etc.

Malgré l'intérêt de ce travail la Commission n'a pas jugé possible de lui décerner le prix. Il ne se rattache, en effet, que très indirectement à la question posée. Néanmoins, à titre d'encouragement, la Commission propose d'accorder à l'auteur, M. le lieutenant-colonel **Delauney**, une mention honorable, avec une somme de *cinq cents francs*.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PHYSIQUE.

PRIX HÉBERT.

(Commissaires : MM. Lippmann, Violle, Amagat, Villard, Branly, Cailletet, Poincaré, Émile Picard; Bouty, rapporteur.)

M. **Houllevigue**, professeur à la Faculté des Sciences de Marseille, est l'auteur de nombreux Mémoires sur des questions très délicates, touchant particulièrement aux propriétés magnétiques du fer et de l'acier, aux diélectriques, aux rayons et aux projections cathodiques, et il a aussi publié des livres de vulgarisation excellents, où les applications de l'électricité tiennent une large place.

Dès 1895, M. Houllevigue obtient le grade de docteur avec une belle thèse dans laquelle sont étudiées à fond les relations de l'aimantation avec les phénomènes thermo-électriques. Grâce à l'application des principes de la Thermodynamique, il est conduit notamment à la découverte d'un nouveau phénomène analogue à celui qui est connu sous le nom de phénomène de Thomson, et, par ses expériences, il parvient à mettre en évidence

les faits théoriquement prévus. Il rectifie en passant quelques interprétations données par lord Kelvin, à propos de phénomènes voisins de ceux qu'il étudie.

M. Houllevigue est parvenu à régulariser la projection de particules matérielles émanées de la cathode dans les tubes à vide, de manière à obtenir, par leur dépôt sur une lame de verre, de véritables miroirs métalliques dont il a étudié les propriétés. L'art de la production de ces miroirs a été désigné sous le nom d'*ionoplastie*.

Enfin, tout récemment, en étudiant divers phénomènes secondaires dont les lampes à incandescence peuvent devenir le siège, par exemple quand elles sont trop poussées, M. Houllevigue a fait la très curieuse découverte de rayons cathodiques beaucoup plus lents que ceux qu'on connaissait jusqu'ici, puisque leur vitesse est seulement de l'ordre du cinquantième de la vitesse de la lumière.

L'auteur de ces beaux travaux de recherche a publié jusqu'ici trois Volumes de vulgarisation scientifique.

Dans le premier, dont le titre (*Du laboratoire à l'usine*) indique suffisamment l'objet, l'auteur s'attache à montrer, sur une série d'exemples, empruntés pour la plupart aux applications industrielles de l'électricité, comment la recherche désintéressée des savants amène les plus grandes révolutions économiques, créant des industries nouvelles, transformant les anciennes, sans que l'ingénieur qui réalise tout cela ait autre chose à faire que de répéter, en les amplifiant à une énorme échelle, de simples expériences de laboratoire.

Le second Volume, *L'Évolution des Sciences*, et le troisième, *Le Ciel et la Terre*, s'attaquent aux plus hauts problèmes de philosophie scientifique, intéressant la constitution de la matière, l'organisation des mondes et leur évolution. En se livrant à ces hautes spéculations, l'auteur ne perd jamais de vue l'expérience. M. Houllevigue est un guide sûr, avec lequel le lecteur ne risque pas de se laisser égarer. On sent que l'auteur possède à fond les matières qu'il veut rendre abordables au lecteur non initié, et c'est pourquoi la lecture de ses Livres, écrits dans une langue élégante et probe, est attrayante même pour les spécialistes.

Nous pensons entrer pleinement dans les vues du fondateur du prix Hébert, en proposant à l'Académie de décerner cette récompense à M. **Houllevigue** pour l'ensemble de ses recherches originales et de ses Livres de vulgarisation.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX HUGUES.

(Commissaires : MM. Lippmann, Violle, Amagat, Bouty, Villard, Cailletet, Poincaré, Émile Picard; Branly, rapporteur.)

Dès ses premiers travaux scientifiques, M. **Arnaud de Gramont** s'est orienté vers la Chimie et la Minéralogie. A partir de 1894, il a pris le spectroscope pour instrument de ses investigations. Si, à propos de l'étude des spectres par étincelles électriques, il a perfectionné l'usage des étincelles ordinaires du secondaire d'une bobine d'induction en supprimant les raies d'électrodes dans les spectres des liquides, il s'est surtout servi des étincelles de décharges de condensateurs ou *étincelles condensées*.

I. Le point de départ d'une partie des recherches de M. de Gramont a été la constatation qu'il a faite de deux points essentiels. En premier lieu, la plupart des minéraux à éclat métallique sont assez bons conducteurs pour livrer passage, entre deux de leurs fragments, à des étincelles de décharges de condensateur. En second lieu, les spectres obtenus entre deux fragments minéraux, avec les étincelles de décharge d'une bouteille de Leyde de capacité suffisante, ne sont plus mixtes, comme avec des étincelles ordinaires sans condensateur. Cela veut dire qu'ils sont complètement débarrassés des *bandes* dues aux molécules non dissociées, et de tout spectre continu dû à l'incandescence des fragments; ils ne renferment plus que les *raies* des éléments eux-mêmes et M. de Gramont les a appelés *spectres de dissociation*.

Partant de ces deux constatations, M. de Gramont a créé une branche nouvelle de la spectroscopie : l'*Analyse spectrale directe des minéraux*. Il a poursuivi cette analyse à la fois dans le spectre visible et dans le spectre photographique. Les minéraux et les produits métallurgiques lui ont donné ainsi des spectres complexes, de superposition, où tous les éléments constitutifs mis en liberté apportent chacun d'une façon indépendante un spectre de raies individuel. M. de Gramont a entrepris, par ce procédé, une étude approfondie des spectres de dissociation d'un grand nombre d'éléments. Pour la première fois, les *métalloïdes*, aussi bien que les métaux, lui ont fourni leurs spectres de raies, à l'air libre et à la pression ordinaire, alors que la plupart de ces spectres n'avaient été obtenus que dans des tubes à gaz raréfiés. Aussi, dans leur récent Recueil des spectres de lignes de tous les éléments, à la pression normale, MM. Exner et Haschek ont-ils dû

recourir aux méthodes de M. de Gramont pour obtenir les spectres des métalloïdes.

M. de Gramont a vu, par la même méthode, les sels en fusion donner, comme les minéraux, les spectres de leurs éléments. En outre, l'étude des spectres des silicates alcalins lui a permis de reconnaître que les minéraux non conducteurs, mis en suspension dans les carbonates alcalins en fusion, fournissent, eux aussi, des spectres de dissociation complète. En raison de l'action dissociante de l'étincelle condensée, M. de Gramont a étendu la méthode aux précipités chimiques et à tous les composés non conducteurs pulvérisés, mis en suspension dans les sels fondus, et il a publié sur ce sujet plusieurs Mémoires sous le titre : *Analyse spectrale des composés non conducteurs, par les sels fondus*.

Les spectres de dissociation, par étincelle condensée, présentent les principales raies de l'air en même temps que les raies des éléments présents dans l'étincelle. M. de Gramont a supprimé les raies de l'air en utilisant le fait déjà observé qu'une self-induction convenable intercalée dans le circuit de décharge d'un condensateur fait disparaître ces raies dans le spectre; le trait de feu initial de l'étincelle se trouvant atténué, en même temps que les oscillations consécutives augmentent dans l'auréole l'éclat des vapeurs des électrodes.

II. La faible teneur d'un élément dans un composé se manifestant par une réduction de son spectre à quelques raies, M. de Gramont a étudié ces raies spéciales qu'il a considérées comme les plus caractéristiques de chaque élément; il a désigné sous le nom de *raies ultimes* les raies qui disparaissent les dernières et qui offrent ainsi pour l'analyse le maximum de sensibilité. Il a vu qu'elles ne sont pas nécessairement les plus fortes et il leur a reconnu les caractères suivants : 1° elles résistent à l'intercalation d'une forte self-induction dans le circuit de décharge d'un condensateur; 2° elles sont présentes dans les spectres obtenus soit avec l'arc électrique, soit avec l'étincelle non condensée; 3° elles existent aussi dans les spectres produits avec les flammes très chaudes. Avec ceux des métalloïdes qui ne présentent pas de spectre dans l'arc électrique, on ne rencontre pas de raies offrant les caractères des raies ultimes, et leur sensibilité spectrale est en même temps relativement faible. L'observation de l'ordre de disparition des raies ultimes d'un même élément, dont la proportion est décroissante, a conduit M. de Gramont à une méthode d'*analyse spectrale quantitative;* il en a fait une application particulière aux minerais de plomb argentifères qui sont intéressants au point de vue technologique.

M. de Gramont a utilisé les mesures spectrales faites dans les Observatoires pour reconnaître les raies ultimes et expliquer leur répartition, soit dans les différentes régions du Soleil, soit dans les étoiles aux divers stades de leur évolution.

III. Sans insister sur d'autres publications intéressantes de M. de Gramont, relatives à la réfraction, à la dispersion, aux spectres de bandes, à la construction des spectroscopes, en raison de l'importance et de la nouveauté des travaux qui viennent d'être résumés (1), la Commission vous propose à l'unanimité de décerner le prix Hughes à M. **Arnaud de Gramont.**

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX LA CAZE.

(Commissaires : MM. Lippmann, Violle, Amagat, Bouty, Branly, Cailletet, Boussinesq, Émile Picard ; Villard, rapporteur.)

Rapport sur les travaux de M. Marcel Brillouin.

Les travaux de M. **Brillouin** s'étendent au domaine presque entier de la Physique pure et de la Physique mathématique. L'importance et la haute généralité des résultats, la remarquable pénétration d'esprit dont l'auteur fait preuve dans l'étude de questions qui sont parmi les plus ardues que compte la Physique font de cet ensemble de recherches une œuvre de tout premier ordre.

La diversité des sujets abordés résulte, pour une bonne part, de la nature même de l'enseignement du Collège de France dont la variété oblige à reprendre ou perfectionner à tout instant des théories devenues insuffisantes. Malgré cette diversité on reconnaît cependant sans peine que la plupart des questions traitées se groupent autour d'un petit nombre d'orientations dominantes.

Ainsi qu'il le dit lui-même dans une Notice M. Brillouin n'a pas demandé à l'investigation expérimentale la révélation fortuite de nouveautés plus ou moins importantes. Il a pensé avec raison que, pour être moins séduisants, les faits connus de tout temps, les propriétés les plus usuelles de la

(1) Ces recherches ont été, en grande partie, poursuivies dans le laboratoire particulier de l'auteur, au Vignal, près de Pau.

matière sont pour le physicien d'un intérêt aussi grand et souvent plus général que les phénomènes exceptionnels, et que savoir pourquoi le verre est fragile ou comprendre le frottement est aussi nécessaire au progrès de la science que la découverte de particularités nouvelles.

Le rôle des actions moléculaires dans les solides cristallins homogènes ou hétérogènes, dans les liquides, dans les gaz, a tout particulièrement retenu l'attention de M. Brillouin. Ses travaux sur la viscosité, les déformations permanentes et le frottement, la fragilité et la plasticité des solides, la théorie des gaz, la résistance des fluides, etc., conduisent à des conclusions, dont il suffit de citer une seule pour faire comprendre l'importance des résultats obtenus :

M. Brillouin établit, par exemple, que la considération de cycles comprenant des états instables conduit à une conception mécanique très simple des transformations irréversibles qui caractérisent les phénomènes naturels; il montre que l'irréversibilité s'introduit en Mécanique rationnelle avec l'instabilité, et que partout où l'on introduit actuellement, pour aboutir à une théorie numérique, des viscosités ou des frottements, une analyse plus approfondie fera reconnaître et étudier des instabilités d'équilibre moléculaire.

Il serait superflu d'insister sur le caractère de vérité fondamentale et sur la portée d'une telle proposition.

Passant de la théorie des fluides aux applications M. Brillouin nous apprend qu'un aéroplane peut prendre, en dehors de l'attitude de service, plusieurs attitudes stables, d'autant plus dangereuses qu'une fois prises sous l'effort d'une rafale, elles sont, en raison même de leur stabilité, presque impossibles à quitter pour revenir à la position normale. On ne saurait contester l'intérêt qui s'attache à la découverte d'une telle propriété.

L'étendue limitée de ce Rapport ne nous permet que de citer des recherches cependant très importantes sur l'Hydrodynamique, l'Élasticité, la Diffusion, et un Ouvrage remarquable sur la Propagation de l'Électricité.

Signalons en passant des résultats très intéressants tels que la possibilité d'arriver à la connaissance thermodynamique complète d'un corps uniquement par des expériences d'élasticité, les unes statiques, les autres adiabatiques, ou encore la démonstration de l'existence d'une chaleur spécifique du vide proportionnelle au cube de la température absolue. Rappelons de même la très belle théorie que M. Brillouin a donnée du singulier phénomène de dispersion acoustique observé pour la première fois par M. Violle au cours de ses expériences d'Argenteuil.

Quelques mots encore au sujet des travaux relatifs à la Physique du globe. M. Brillouin a, par exemple, établi qu'indépendamment d'un mouvement périodique d'un mois lunaire le pôle terrestre exécute à des époques variées des oscillations amorties provoquées par des causes internes. L'un de ces mouvements a commencé brusquement en mai 1892 et dura jusqu'en 1895. Un autre changement en 1891 paraît avoir coïncidé avec un tremblement de terre au Japon.

Des vues très originales sur la circulation de l'atmosphère et les causes de la pluie, publiées par le même auteur dans les *Annales du Bureau central météorologique* contribueront certainement au progrès de la Météorologie.

Enfin des mesures de haute précision, relatives aux courbures principales du géoïde, ont été effectuées soit au Puy de Dôme, soit dans le tunnel du Simplon; la réunion de ces dernières et leur discussion constituent un véritable monument scientifique dont la publication a suffi à remplir un Volume.

La valeur d'un aussi vaste ensemble, dont ce court aperçu ne donne qu'une idée imparfaite, ne se mesure pas seulement à l'intérêt des résultats immédiats; par l'ampleur et la hardiesse des idées qui y sont exposées, l'œuvre de M. Brillouin est de celles qui, pendant longtemps encore, sont appelées à rendre à la Science d'inestimables services.

Aussi la Commission est-elle unanime à proposer à l'Académie de décerner le prix La Caze à M. **Brillouin**.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

CHIMIE.

PRIX JECKER.

(Commissaires : MM. Gautier, Lemoine, Haller, Le Chatelier, Moureu, Schlœsing, Carnot, Maquenne; Jungfleisch, rapporteur.)

Les travaux de M. **Bourquelot** concernent surtout la Chimie biologique végétale et la recherche des principes immédiats dans les végétaux.

Après avoir étudié, pendant plusieurs années, les ferments solubles

hydratants et oxydants, il a basé sur leurs propriétés spécifiques des méthodes nouvelles et originales, permettant de rechercher et de caractériser les hydrates de carbone, les sucres et les glucosides dans les plantes; cette méthode a conduit à la découverte de nombreux composés sucrés et glucosidiques naturels. Nous rappellerons d'abord brièvement ce premier groupe de travaux.

Soit seul, soit avec la collaboration de M. Hérissey, M. Bourquelot a découvert plusieurs ferments solubles nouveaux : la *tréhalase*, qui dédouble le tréhalose en deux molécules de glucose; la *pectinase*, qui saccharifie les pectines; la *séminase*, qui transforme en mannose et en galactose la sémine, c'est-à-dire les mannogalactanes dont est constitué l'albumen corné d'un grand nombre de graines; la *gentiobiase*, qui hydrolyse le gentiobiose; la *géase*, qui dédouble la géine en glucose et eugénol. Ces ferments ont été soigneusement étudiés. C'est ainsi qu'on a pu préciser le rôle joué par la tréhalase dans la vie des champignons, ou celui que remplit la séminase dans la germination des graines du caroubier, du palmier, etc.

D'autre part, les recherches de M. Bourquelot sur l'invertine, l'inulase, la maltase, la gaulthérase et la lactase, ont établi l'individualité de ces ferments; elles ont ainsi contribué à fortifier l'opinion que les êtres vivants disposent des enzymes les plus variés pour rendre assimilables les aliments dont ils se nourrissent, et, d'une manière plus générale, pour produire les réactions qui s'effectuent dans leurs cellules.

Les ferments oxydants, qui paraissent aussi répandus chez les animaux et les végétaux que les ferments hydratants, ont également occupé l'activité scientifique de M. Bourquelot. Les nombreuses réactions qu'il a observées l'ont porté à distinguer parmi ces ferments les *oxydases proprements dites*, agissant par l'oxygène de l'air, des *oxydases indirectes*, qui ne peuvent oxyder qu'en présence des peroxydes.

Quelques-uns des faits constatés sur les ferments oxydants des champignons ont été l'objet de nombreux et intéressants travaux effectués, dans le laboratoire de M. Bourquelot, par ses élèves : M. Bougault a étudié l'oxydation de la morphine; M. Lerat, celle de la vanilline; MM. Cousin et Hérissey, celles du thymol, de l'eugénol, de l'isoeugénol, du parathymol, etc. Dans tous les cas observés, la réaction consiste dans l'union de deux molécules du composé oxydé, H étant éliminé dans chacune d'elles. Des composés complexes, la déhydrodimorphine, la déhydrodivanilline, le déhydrodithymol, etc., résultent ainsi de l'oxydation effectuée par l'oxydase.

Les sucres et les hydrates de carbone occupent une place importante dans les travaux de M. Bourquelot. Trois sucres nouveaux ont été découverts : la volémite, heptite retirée d'un champignon, le *Lactarius volemus*, et retrouvée depuis, par M. Bougault, dans la racine de primevère; le gentiobiose (avec M. Hérissey), hexobiose résultant de l'hydrolyse du gentianose par l'invertine; le verbascose (avec M. Bridel), polysaccharide retiré de la racine du bouillon blanc. M. Bourquelot reprenant, en outre, l'étude du gentianose, a établi la constitution de cette matière sucrée.

Il a montré, d'autre part, que les pectines sont des mélanges d'arabanes et de galactanes, tous dextrogyres, le pouvoir rotatoire différant d'une plante à l'autre, tous coagulables par la pectase et saccharifiables par un ferment soluble, la pectinase.

Ses recherches personnelles, secondées par les travaux des élèves de son laboratoire, ont établi que les principes qui constituent les albumens cornés des graines d'un grand nombre de plantes sont des mélanges de mannanes et de galactanes, hydrolysables par l'ensemble de ferments solubles dont le mélange a été appelé *séminase*. Ces ferments se trouvent dans toutes les graines à albumen corné, en voie de germination. L'albumen corné est donc la réserve alimentaire de la graine. Il est saccharifié au moment de la germination, et utilisé dans le développement de la jeune plante.

La partie la plus originale des travaux de M. Bourquelot, celle dont l'importance s'est affirmée en ces derniers temps par le plus grand nombre de découvertes, est fondée sur un emploi systématique des ferments solubles dans les études de Chimie végétale.

Il a institué une série de méthodes, dites *biochimiques*, permettant de rechercher, à l'aide des enzymes, les principes végétaux sur lesquels ces ferments exercent leur action : le sucre de canne, à l'aide de l'invertine; le tréhalose, à l'aide de la tréhalase; les glucosides hydrolysables par l'invertine à l'aide de ce ferment, etc. Ces méthodes n'en constituent en réalité qu'une seule, en ce sens qu'elles procèdent d'une même idée : l'utilisation des propriétés spécifiques de chacun des ferments solubles; elles peuvent guider le chimiste pour la recherche, dans les plantes, des nombreux principes hydrolysables par les ferments solubles qu'elles contiennent, comme la méthode de Stas les guide, depuis longtemps, dans la recherche et la séparation des alcaloïdes; employées depuis depuis plus de 10 ans dans le laboratoire de M. Bourquelot, elles ont fourni des résultats remarquables.

En ce qui concerne les sucres, elles ont permis de démontrer l'existence

générale du tréhalose dans les Champignons et du sucre de canne dans les Phanérogames; cette différence constitue entre ces deux grands groupes de végétaux une distinction d'ordre chimique aussi importante que celles qui sont basées sur les caractères morphologiques.

L'extraction du raffinose des graines de plusieurs Légumineuses et des ramilles de l'if, comme celle du stachyose, des organes souterrains de plusieurs Labiées et des feuilles de jasmin blanc, rentrent dans le même ordre de recherches, ces deux substances renfermant le sucre à l'état combiné.

Appliquée depuis 1902, la méthode, fondée sur l'emploi de l'émulsine, a conduit à la découverte de 11 nouveaux glucosides : l'aucubine, retirée des graines d'*Aucuba japonica* et retrouvée plus tard dans toutes les espèces de plantains; la sambunigrine, glucoside cyanhydrique, retiré des feuilles du sureau noir et du sureau pyramidal; la prulaurasine, autre glucoside cyanhydrique, retiré des feuilles de laurier-cerise et retrouvé dans celles de *Cotoneaster microphylla;* la jasmiflorine, découverte dans un jasmin; la taxicatine, extraite des feuilles de l'if; la bakankosine, retirée des graines d'un *Strychnos* de Madagascar; la verbénaline, découverte dans la verveine officinale; l'oleuropéine, principe amer des olives vertes; l'érytaurine, extraite de la petite centaurée; l'arbutine vraie, retirée d'abord des feuilles de poirier, puis des feuilles de *Grevillea robusta;* la méliatine, glucoside du trèfle d'eau.

Ajoutons que la découverte de la sambunigrine et de la prulaurasine a eu pour résultat presque immédiat de fournir l'explication des isoméries optiques observées sur cinq glucosides qui donnent tous, par hydrolyse fermentaire, du glucose-*d*, de l'aldéhyde benzoïque et de l'acide cyanhydrique : l'amygdaline et l'isoamygdaline, d'une part; l'amygdonitrile-glucoside, la prulaurasine et la sambunigrine, d'autre part.

L'application de la même méthode a permis encore d'établir la présence de la syringine dans trois espèces de troènes et dans deux espèces de jasmins; de l'amygdaline dans les semences d'*Eryobotrya japonica;* de l'amygdonitrile-glucoside dans le *Cerasus padus;* de la gentio-picrine dans le *Gentiana pneumonanthe* et le *Chlora perfoliata;* celle de l'asébotine dans le *Kalmia latifolia.*

Les méthodes de recherches biochimiques de M. Bourquelot ont donc révélé, dans les espèces végétales les plus variées, l'existence d'un grand nombre de glucosides encore inconnus, dont la séparation n'a plus été dès lors qu'une question d'habileté expérimentale. Elles ont fait progresser nos

connaissances sur les ferments solubles, principes qui jouent un rôle capital dans la physiologie des êtres vivants. A ce point de vue cependant, leur intérêt est dépassé encore par celui des recherches qu'il nous reste à présenter.

Dans ces dernières années, en effet, M. Bourquelot a découvert, dans l'émulsine, dont on avait jusqu'alors envisagé seulement les propriétés hydrolysantes, des facultés qui font de cette substance un véritable agent de synthèse chimique : il a observé, par exemple, qu'un alcool, mis en contact avec la glucose en présence de l'émulsine, produit directement un éther, c'est-à-dire un glucoside de l'alcool employé. L'émulsine forme ainsi le glucoside que, dans d'autres circonstances, elle détruit par hydrolyse. On doit voir là l'indication de nouveaux modes d'intervention des enzymes dans les phénomènes de la vie.

La découverte des propriétés synthétisantes de l'émulsine a ainsi conduit M. Bourquelot à la synthèse biochimique dont les premiers résultats montrent la fécondité. En collaboration avec M. Bridel, il a pu réaliser, dans un temps court, la synthèse de six glucosides d'alcools, les méthyl-, éthyl-, propyl-, isobutyl-, butyl- et allyl-glucosides. Ces glucosides sont tous hydrolysables en solution aqueuse, par le ferment qui a servi à les préparer. Ce dernier fait distingue les nouveaux glucosides de leurs isomères, connus ou prévus, qui résistent à l'action hydrolysante de l'émulsine. Ils appartiennent donc à la série de glucosides que M. Em. Fischer a distingués autrefois par la lettre β.

Les procédés chimiques indiqués, il y a 20 ans, par M. E. Fischer, pour la préparation de ces glucosides-β, n'avaient fourni qu'un seul de ces composés à l'état cristallisé : le méthylglucoside-β; l'éthylglucoside-β avait été obtenu aussi, mais à l'état amorphe. La synthèse par l'émulsine a permis de préparer sans difficulté les six glucosides précités à l'état pur et cristallisé, sans intervention d'un agent chimique proprement dit ou même de la chaleur. Lorsque, après contact prolongé en présence d'émulsine, le pouvoir rotatoire du mélange en réaction a cessé de varier, il ne reste plus qu'à extraire et purifier le glucoside synthétique.

Ces faits jettent une lumière nouvelle sur les réactions, fort importantes mais encore peu connues, accomplies par les ferments solubles dans les êtres vivants.

Considérant l'intérêt qui s'attache à cet ensemble de travaux, la Commission propose à l'Académie d'attribuer le prix Jecker à M. **Bourquelot.**

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX MONTYON (Arts insalubres).

(Commissaires : MM. Gautier, Lemoine, Haller, Le Chatelier, Moureu, Schlœsing, Carnot, Maquenne; Jungfleisch, rapporteur.)

M. **Paul Adam**, dont les beaux travaux de chimie sont bien connus, est Chef du Service des Établissements insalubres, incommodes ou dangereux du département de la Seine. Comme tel, il est chargé de veiller à l'observation des règlements imposés à ces Établissements, qui sont trop souvent l'occasion de plaintes des habitants de la Ville de Paris et de sa banlieue.

M. Paul Adam a été conduit à reconnaître, en maintes circonstances, que l'observation des règlements n'a pas toujours pour effet de supprimer, autant qu'il serait désirable, les causes d'insalubrité de certaines industries. Devant se préoccuper de connaître l'origine des inconvénients dont les populations ont à souffrir, il a de plus recherché, et souvent trouvé, les moyens de supprimer ces inconvénients. Il a employé à cette étude les connaissances techniques les plus étendues.

Aidé de ses collègues, les inspecteurs des Établissements classés comme insalubres, incommodes ou dangereux, il est parvenu, dans bien des cas, à reconnaître les opérations industrielles dont la Salubrité publique recommandait la modification. Beaucoup d'améliorations, et quelques-unes considérables, ont résulté ainsi de mesures indiquées officieusement, mesures que beaucoup d'industriels ont consenti à appliquer, souvent à grands frais, et qui se sont plus tard généralisées, au point d'être adoptées par les réglementations nouvelles. Les résultats obtenus ainsi ont été considérables, et la Salubrité publique a profité largement des conseils de techniciens expérimentés.

Dans cette œuvre variée, il est facile, en choisissant quelques exemples, plus particulièrement frappants, de mettre en évidence l'action utile de M. Paul Adam, et de montrer qu'il a provoqué et obtenu la transformation profonde de quelques industries insalubres, qui sont parmi les plus redoutables pour le voisinage.

L'industrie des superphosphates a été rangée, par les règlements, dans la deuxième classe des Établissements insalubres, dangereux ou incommodes, c'est-à-dire qu'elle a été considérée comme dépourvue d'inconvénients graves pour les voisins. Après avoir établi, en 1899, avec le concours de quelques-uns de ses collègues, le rôle prépondérant de la fabrication des

superphosphates, et surtout des superphosphates azotés, dans la production de ce qu'on appelle les *odeurs de Paris*, M. Paul Adam chercha à rendre plus complète la condensation des vapeurs dégagées au cours de cette fabrication. Les essais pratiqués, sur son conseil, dans plusieurs usines, montrèrent que la condensation devient plus efficace si l'on fait agir, sur les vapeurs émises pendant le malaxage des phosphates naturels avec l'acide sulfurique, de l'eau pulvérisée obtenue en projetant, sur un obstacle convenablement orienté, un jet d'eau, lancé sous une pression de plusieurs kilogrammes. Une condensation meilleure des émanations nuisibles résulta de cet emploi de l'eau pulvérisée. Il se produisit, en outre, une économie considérable, pouvant aller jusqu'à 1000$^{m^3}$ d'eau par jour et par usine, par la disparition d'appareils de lavage, en général inefficaces. Cette dernière particularité n'est pas sans intérêt lorsqu'il s'agit d'une mesure à faire accepter par l'industrie.

M. Paul Adam s'est aperçu bientôt qu'une autre cause d'insalubrité, particulièrement nuisible aux ouvriers, subsistait dans la fabrication en question.

Pendant le malaxage en vase clos du mélange d'acide sulfurique et de phosphate, la masse gazeuse à aspirer est peu volumineuse, mais fortement chargée de vapeurs; lorsque, après quelque temps de repos, pendant lequel s'est achevée la réaction, on procède à l'abatage au pic des masses de superphosphate devenues solides, les chambres étant ouvertes, le volume du gaz qu'il faut aspirer est énorme; la masse agitée laisse échapper cependant des émanations acides dont une ventilation efficace doit préserver les ouvriers. Les appareils anciens, donnant des résultats satisfaisants pendant le malaxage, deviennent impuissants pendant l'abatage; à plus forte raison, un même aspirateur, fonctionnant sur une fosse en abatage ouverte dans l'atmosphère, ne pourra en même temps être efficace sur un malaxeur en marche.

M. Paul Adam conseilla de réformer profondément le système d'aspiration simultanée, exclusivement adopté, et les industriels modifièrent bénévolement leurs installations. Suivant les cas, des aspirateurs spéciaux furent établis ou des registres judicieusement placés permirent de mettre ces appareils en communication soit avec le malaxeur, soit avec les fosses, de manière à rendre l'aspiration plus efficace. Les avantages de ce changement de disposition furent immédiatement reconnus par les ouvriers et les habitants du voisinage.

Le superphosphate, récemment abattu, continuant à dégager pendant

un certain temps des vapeurs acides, M. Paul Adam a fait encore adopter une modification, importante au point de vue de la salubrité, en empêchant le déversement de ces vapeurs dans l'atmosphère. Les appareils de transport tels que norias, tapis roulants, chaînes à godets, etc, qui transportent souvent le superphosphate à de grandes distances, ont été entourés de gaines empêchant les vapeurs émises de se répandre dans l'atmosphère.

Toutes ces mesures, prises sur les indications de M. Paul Adam, ont réalisé la transformation très heureuse, au point de vue de l'hygiène, d'une industrie dont les inconvénients très réels étaient restés, en grande partie, méconnus.

Une autre industrie insalubre a été également l'objet de transformations profondes, dont on est redevable, pour la plus grande part, à M. Adam.

La consommation d'hydrocarbures volatils s'accroît chaque jour en raison des progrès de l'emploi des moteurs à explosion, dans l'automobilisme et les industries similaires. Ce fait a eu pour conséquence la formation de dépôts énormes dont l'existence émeut beaucoup la population du voisinage. Il existe maintenant, autour des agglomérations des grandes villes, un grand nombre d'Établissements qui emmagasinent chacun plus de 10000^{m^3}. Des mesures de sécurité se sont donc imposées à l'égard de ces accumulations gigantesques de combustibles liquides volatils, inflammables à basse température. Une réglementation nouvelle a été instituée; comme son développement a dû s'appliquer à des approvisionnements sans cesse croissants, son étude s'est prolongée d'année en année. L'intervention technique de M. Paul Adam s'est manifestée très efficacement dans la recherche des mesures à prendre pour diminuer le danger que présentent ces Établissements redoutables. Sous son influence, les dispositions successivement adoptées ont été sans cesse perfectionnées jusqu'en leurs moindres détails. Certaines de ces dispositions procédant d'une idée heureuse ont été surtout efficaces. C'est ainsi qu'aujourd'hui les grands réservoirs métalliques contenant les liquides dangereux ont cessé d'être installés au-dessus du sol. Ils sont établis dans le sol, au fond d'une cellule spéciale à chacun d'eux et à un niveau aussi bas que possible. Dans ces conditions, chaque récipient est indépendant; un accident survenu à l'un d'eux n'intéresse pas les autres; de plus, un incendie peut être facilement maîtrisé. Avec ce dispositif, le liquide emmagasiné n'est pas en charge dans la tuyauterie, ainsi qu'il arrive lorsque les réservoirs sont surélevés. On n'a donc pas à craindre qu'une fausse manœuvre, ou l'oubli de la fermeture d'un robinet, produise des écoulements considérables de liquide inflammable.

On s'est préoccupé aussi d'établir la tactique à adopter pour combattre un incendie venant à éclater dans un dépôt d'hydrocarbures, de manière à utiliser en pareil cas la connaissance des propriétés particulières de ces combustibles. L'expérience a justifié ces mesures, les incendies sont devenus extrêmement rares : ceux qui se sont produits ont toujours été facilement localisés, grâce aux dispositifs adoptés. Aussi, M. le Ministre du Commerce, par une circulaire du 10 novembre 1910, a-t-il donné connaissance, en les recommandant à tous les Préfets, des mesures préconisées par M. Paul Adam.

Celui-ci a également imaginé un dispositif ingénieux pour préserver les voies ferrées, voisines de quais d'embarquement où sont accumulées de grandes quantités d'hydrocarbures. L'isolement paraît difficile à réaliser dans ce cas où l'on ne peut songer à construire un mur. Pour éviter que, dans un incendie, les liquides en attente sur le quai puissent se déverser sur la ligne, on creuse une tranchée courant au long du quai, à quelques centimètres en dedans du bord, et on la recouvre d'une grille. Les liquides répandus tombent dans cette canalisation et s'écoulent par pente naturelle dans des citernes où toute combustion est rendue impossible en raison du manque d'air. Plusieurs Sociétés ont adopté spontanément le dispositif de M. Adam.

On pourrait encore citer en grand nombre les dispositions recommandées par M. Adam pour éviter les dangers de la manutention ou de l'emploi des hydrocarbures volatils; pour la manœuvre des wagons-citernes portant des hydrocarbures; pour l'installation des ateliers d'embidonnage; pour la conservation de la benzine dans les ateliers de dégraissage, etc.

Connaissant le rôle joué par M. Adam dans l'organisation des mesures de sécurité, devenues indispensables dans l'industrie des hydrocarbures, la Commission du Conseil d'Hygiène de la Seine, chargée d'établir un projet de modification au décret du 19 mai 1873, a confié à M. Adam la rédaction du Rapport. Dans ce Rapport se trouvent exposées et justifiées toutes les innovations dont il vient d'être parlé, et qui ont été adoptées par le décret du 29 décembre 1910.

La Commission du Prix Montyon pour les Arts insalubres propose à l'Académie d'attribuer ce prix à M. **Paul Adam**.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

PRIX CAHOURS.

Commissaires : MM. Gautier, Lemoine, Haller, Le Chatelier, Jungfleisch, Schlœsing, Carnot, Maquenne.)

Ce prix annuel, décerné à titre d'encouragement à des jeunes gens qui se seront déjà fait connaître par quelques travaux intéressants et plus particulièrement par des recherches sur la Chimie, est partagé également entre Mme **Ramart-Lucas**, MM. **Paul Clausmann**, **Ostwald**.

PRIX LA CAZE (Chimie).

(Commissaires : MM. A. Gautier, Lemoine, Haller, Jungfleisch, Moureu, Schlœsing, Carnot, Maquenne; Le Chatelier, rapporteur.)

M. **Urbain** a concentré jusqu'ici toute son activité scientifique sur l'étude des terres rares. Avec M. Auer von Welsbach de Vienne, il est aujourd'hui le seul savant qui ait le courage de poursuivre systématiquement, sur ces composés si curieux, des recherches méthodiques, très importantes certainement pour les progrès de la Science, mais aussi très fastidieuses par la longueur et la minutie des opérations indispensables. Il a déjà fait plus de 100000 cristallisations, dépassant de beaucoup dans cette voie tous ses devanciers; mais surtout il a eu le mérite d'employer des méthodes de travail plus scientifiques. On se bornait le plus souvent à contrôler les séparations par l'examen d'une seule propriété physique : coefficients de solubilité, spectres de raies, spectres d'absorption ou de phosphorescence cathodique; M. Urbain a compris la nécessité de faire converger des méthodes physiques très variées pour pouvoir formuler des conclusions certaines, et il a joint, à l'étude des propriétés précédemment utilisées, celle des densités et des propriétés magnétiques. Il est ainsi arrivé, grâce à la pureté des produits obtenus et à la précision de ses mesures, à déterminer les poids atomiques de quelques métaux des terres rares avec une rigueur inconnue auparavant. Ses nombres ont été adoptés de préférence à tous autres par le Comité international des Poids atomiques.

La grande difficulté de cette étude tient à une double cause. La famille des métaux des terres rares est la plus nombreuse de toutes celles de la Chimie minérale; elle comprend une vingtaine de corps extrêmement

voisins. Aussi les méthodes habituelles de la Chimie analytique se trouvent-elles en défaut pour leur séparation. On ne connaît aujourd'hui pour cet usage que l'emploi des cristallisations fractionnées. Mais cette méthode n'est pas infaillible; même en la répétant à l'infini, elle ne conduit pas toujours à la séparation des corps définis. On arrive parfois à des mélanges de composition constante, possédant par suite des propriétés définies comme les véritables combinaisons chimiques. C'est un phénomène analogue à celui de la séparation de l'alcool et de l'eau par la distillation fractionnée, qui conduit à un mélange de composition constante renfermant 95 d'alcool pour 5 d'eau. Dans ce cas, il est cependant facile de tourner la difficulté en combinant avec la distillation fractionnée une méthode de séparation toute différente, reposant sur l'emploi de la chaux vive. Mais pour les terres rares on est limité, dans l'état actuel de nos connaissances, aux seules séparations fractionnées par cristallisation, précipitation ou pyrogénation. On pourrait songer à combiner ces terres à des acides différents et soumettre les sels ainsi obtenus à la cristallisation fractionnée. Mais par suite d'un phénomène singulier découvert par M. Urbain, la limite de séparation est très souvent indépendante de la combinaison essayée.

Pour résoudre cette difficulté, M. Urbain a imaginé le mode opératoire suivant : Il multiplie le nombre des fractionnements de façon à en obtenir un certain nombre, plus d'une vingtaine parfois, qui donnent des corps jouissant de propriétés identiques. On est certain alors d'avoir ou bien une combinaison définie, ou bien un mélange de composition constante, non séparable par les méthodes employées. Pour lever cette indétermination, il a eu l'idée très ingénieuse d'étudier les produits de fractionnement intermédiaire entre deux paliers. Si l'on est en présence de deux combinaisons définies, les différentes propriétés de chacun des deux corps mêlés dans les fractionnements intermédiaires doivent varier ensemble et dans le même sens, mais si l'on a affaire à une *limite de fractionnement*, on peut observer dans le voisinage du palier des glissements relatifs entre certains caractères, un dédoublement de certaines propriétés du même genre. Cette méthode permet, toutes les fois qu'elle donne des résultats positifs, d'affirmer que le corps à propriétés définies est un mélange; si les résultats sont négatifs, on doit s'abstenir de formuler une conclusion absolue. On considère, mais seulement d'une façon provisoire, les corps correspondant au palier comme des combinaisons définies, de même que nous appelons *corps simples* les corps que nous n'avons pas encore réussi à séparer en

deux éléments, sans affirmer pour cela que cette séparation ne sera jamais effectuée. C'est là un des points les plus nouveaux et les plus importants de la technique appliquée par M. Urbain à l'étude des terres rares.

Grâce à l'emploi de ces méthodes perfectionnées, M. Urbain a précisé nos connaissances sur différents corps déjà connus et il en a découvert de nouveaux par la séparation de mélanges considérés jusque-là comme des combinaisons définies.

L'europium a été isolé à l'état de pureté complète et son existence définitivement établie. Il a été reconnu identique aux corps $S\delta$ de Crookes et $Z\varepsilon$ de Boisbaudran, dont les propriétés un peu différentes de celles de l'europium tenaient à la présence de certaines impuretés.

Le gadolinium a déjà été obtenu à l'état de pureté par Demarcay, il a été reconnu identique au victorium de Crookes, souillé par de fortes quantités d'yttrium. Son poids atomique a été définitivement fixé à 157,3.

Le terbium a de même été isolé à l'état de pureté et son poids atomique fixé à 159,2. Il a été identifié avec le Γ de Demarçay, $Z\beta$ et $Z\delta$ de Boisbaudran, $G\beta$, ionium et incognitum de Crookes. Tous ces corps ont donc été rayés de la liste des éléments.

Le dysprosium a été identifié au corps $D\Delta$ Demarçay, $Z\gamma$ et $Z\delta$ de Boisbaudran, Gd de Crookes et X^2 de Exner. Son poids atomique a été fixé à 162,5.

Le lutécium et le néoytterbium ont été découverts et classés comme de nouveaux éléments. Tandis que les recherches sur les terres précédentes avaient eu pour résultat de faire disparaître un grand nombre de prétendus corps simples, dont les caractères particuliers tenaient seulement à la présence d'impuretés, celles faites sur l'ytterbium de Marignac ont conduit à reconnaître que c'était précisément un de ces mélanges auxquels leur constance de composition donne des propriétés définies et, par suite, les apparences de véritables corps simples. M. Urbain a réussi a en retirer trois éléments distincts : le néoytterbium de poids atomique 170, le lutécium de poids atomique 174 et plus récemment le celtium.

Au cours de ces différentes recherches, M. Urbain a été amené à instituer de nouvelles méthodes de séparation. L'emploi des éthylsulfates s'est montré particulièrement avantageux pour l'obtention à l'état de pureté du terbium et du dysprosium. L'emploi des acétylacétonates en présence du chloroforme a permis de séparer d'une façon complète le thorium des autres terres rares et a donné ainsi, pour la première fois, les composés de thorium à l'état de pureté complète.

Enfin, il a montré que, pour suivre quantitativement les progrès des séparations, on peut remplacer avantageusement la mesure si délicate des poids atomiques par celle des coefficients d'aimantation qui varient généralement dans de plus larges limites.

D'autre part, M. Urbain a établi au sujet de la phosphorescence cathodique un fait capital, entrevu autrefois par Becquerel, Boisbaudran et Verneuil. Les spectres de phosphorescence ne sont pas caractéristiques des éléments, comme les spectres de raies, contrairement à l'opinion soutenue par Crookes, qui avait été conduit par cette idée fausse à admettre toute une série de corps nouveaux, les méta-éléments, caractérisés seulement par leurs spectres de phosphorescence.

Une étude très complète de ce phénomène a conduit M. Urbain à formuler les lois suivantes dont l'exactitude n'est plus contestée aujourd'hui :

1° Les corps purs n'ont pas de phosphorescence sensible. Les phosphorescences vives résultent toujours du mélange d'au moins deux corps : l'un sert de *phosphorogène* et l'autre de *diluant*.

2° L'optimum de phosphorescence correspond toujours à de faibles quantités du phosphorogène, souvent de l'ordre du centième.

3° Le spectre de phosphorescence varie avec le degré de dilution du phosphorogène.

Indépendamment de leur application à l'étude des terres rares, ces résultats présentent une importance scientifique d'ordre tout à fait général.

En résumé, M. Urbain a fait faire des progrès considérables à l'une des branches les plus importantes de la Chimie minérale et il y est arrivé au moyen d'expériences dont la difficulté et la longueur ne peuvent être mises en évidence dans un résumé aussi bref, aussi votre Section de Chimie vous propose-t-elle de décerner à M. **Urbain** le prix Lacaze pour l'année 1912.

L'Académie adopte la conclusion de ce Rapport.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

PRIX VICTOR RAULIN.

(Commissaires : MM. Barrois, Douvillé, Wallerant, Termier, De Launay, Perrier, Zeiller; Bouvier; A. Lacroix, rapporteur.)

M. **Henri Arsandaux**, professeur à l'École municipale de Physique et de Chimie, est à la fois un habile minéralogiste et un explorateur intrépide. Ses travaux, de nature chimique et pétrographique, ont presque tous été effectués sur des matériaux recueillis et étudiés par lui sur place.

Il a débuté dans l'exploration comme membre de la Mission Duchesne-Fournet en Abyssinie (octobre 1901 à juin 1902). On connaissait déjà des rhyolites dans la région de Djibouti, mais c'est à M. Arsandaux que l'on doit la découverte de l'énorme développement des roches volcaniques alcalines acides, accompagnées de basaltes, dans l'Afar et sur les plateaux Somali et Abyssin. Il a fait voir qu'en outre des rhyolites à ægyrine et riebeckite, il s'y trouve une grande quantité de pantellerites et c'est là, probablement la plus vaste région du monde constituée par ces roches, considérées jusqu'alors comme des types pétrographiques exceptionnels. Il a donné la description minéralogique de toutes ces laves, en a fait de nombreuses analyses chimiques, précisant ainsi leur composition et leurs relations avec les roches analogues des gisements déjà connus.

Une exploration au Soudan, d'octobre 1902 à avril 1903, a permis, pour la première fois, à M. Arsandaux de prendre contact avec les formations latéritiques, qu'il n'a cessé d'étudier depuis lors. Il a montré tout d'abord que, dans le Bambouck, la source de l'or se trouve dans des microgranites très pyriteux et il a fait voir comment, lorsque ces roches sont latéritisées, il se produit une zone d'enrichissement constant par suite de l'entraînement de l'or jusqu'à la limite du niveau hydrostatique.

A l'exception d'un rapide voyage au Vénézuéla, toutes les expéditions suivantes de M. Arsandaux ont été effectuées dans l'Afrique équatoriale française et notamment dans les Monts de Cristal et le bassin de l'Ogooué (septembre 1905 à janvier 1906; juin 1906 à mars 1907; février à octobre 1908; mars à septembre 1911). M. Arsandaux a complété les obser-

vations recueillies par lui à l'aide des matériaux d'un très grand nombre de missions officielles ou privées, rapportés depuis quelques années du Congo au laboratoire de Minéralogie du Muséum.

Il a pu montrer, en particulier, l'abondance considérable des granites dans notre colonie; ils appartiennent le plus généralement à un type banal, mais M. Arsandaux y a rencontré des types à hypersthène, comparables à la charnockite, associés à des gabbros et à des diabases, ainsi que quelques granites à diopside. Toutes ces roches présentent des facies gneissiques, qui, au Gabon notamment, constituent souvent la forme de bordure des massifs et c'est probablement à eux qu'il faut rapporter la plupart des soi-disant gneiss signalés dans les régions congolaises.

L'étude de la répartition géographique de ces granites, constituant plusieurs massifs distincts, montre qu'ils couvrent près du tiers du Congo français; dans le restant du territoire de la colonie, eux et les roches métamorphiques qui les accompagnent, disparaissent sous le manteau de grès blancs horizontaux, bien connus de tous ceux qui ont étudié la Géologie africaine.

Les travaux de M. Arsandaux sur ce qu'on appelle généralement la latérite ont été précédés de l'étude très fouillée de la bauxite française; il a contribué à préciser la nature de l'hydrate d'alumine colloïde de composition semblable à celle du diaspore ($Al^2O^3.H^2O$), qui, mélangé à des proportions souvent considérables de silicates d'alumine également amorphes, constitue essentiellement cette roche.

Les travaux de M. Max Bauer, sur la latérite des Seychelles, ont jeté de la lumière sur le rôle joué dans sa constitution par les hydrates d'alumine et particulièrement par l'hydrargillite. Les latérites africaines, étudiées par M. Arsandaux, renferment bien, elles aussi, des hydrates d'alumine, mais ceux-ci sont colloïdes, et ils sont associés à des proportions souvent prédominantes de minéraux phylliteux de composition variable, parmi lesquels les analyses mettent en évidence tout d'abord de la muscovite, puis des types de plus en plus pauvres en alcalis, passant par des transitions ménagées à la kaolinite. Peut-être celle-ci est-elle susceptible à son tour de se transformer en hydrate d'alumine, mais aucun argument direct ne permet de le démontrer.

Ces résultats montrent la complexité des phénomènes de transformation par les agents atmosphériques des roches silicatées des pays tropicaux, complexité qui est loin de l'uniformité que l'on s'était plu à supposer au début de l'étude de cette question.

En attribuant à M. **Arsandaux** le prix Victor Raulin, la Commission entend le récompenser de ses longs efforts et, en outre, lui permettre de continuer l'étude des intéressantes questions qui lui ont fourni déjà de nombreux résultats positifs.

Les conclusions du Rapport sont adoptées par l'Académie.

BOTANIQUE.

PRIX DESMAZIÈRES.

(Commissaires : MM. Guignard, Bonnier, Prillieux, Zeiller, Costantin, Ph. van Tieghem, Perrier, Bouvier; Mangin, rapporteur.)

Le travail présenté au Concours du prix Desmazières pour 1912, par MM. **Élie** et **Émile Marchal**, sous le titre : *Aposporie et sexualité chez les Mousses*, touche à des questions biologiques de la plus haute importance sur l'influence exercée par l'augmentation du nombre des chromosomes sur la formation de nouvelles races de Mousses.

On sait que chez les Bryophytes, le sporophyte qui demeure toujours, au point de vue nutritif, sous la dépendance du gamétophyte, a une existence très courte. Entièrement parasite chez les formes inférieures de la classe, il tend à s'individualiser chez les formes supérieures et développe un appareil assimilateur parfois très perfectionné. Il constitue la génération asexuée à $2n$ chromosomes ou diploïdique, tandis que le gamétophyte représente la génération à n chromosomes ou haploïdique.

On savait déjà (Stahl, Pringsheim, Correns) que les cellules du pédicelle ou de la capsule, avant la formation des cellules mères des spores, étaient capables de régénérer un protonéma distinct du protonéma issu des spores, puisque les cellules sont toutes bisexuées à $2n$ chromosomes. Mais les observations n'avaient pas été poursuivies. Peut-on aller plus loin et obtenir des races à $2n$ chromosomes capables de se perpétuer? C'est la question que MM. Élie et Émile Marchal ont résolue pour les Mousses.

Les résultats sont différents suivant qu'on s'adresse aux Mousses hétérothalliques ou homothalliques. Chez les premières, la régénération fournit un protonéma diploïdique semblable morphologiquement au protonéma haploïdique, qui développe bientôt de nombreux axes feuillés, et ceux-ci ne tardent pas à former des organes reproducteurs. Déjà, l'augmentation du nombre des chromosomes se traduit par une modification dans les caractères de la sexualité, car les fleurs qui apparaissent, d'abord exclusivement mâles, sont bientôt mélangées à un petit nombre de fleurs hermaphrodites ou synoïques; les fleurs femelles sont très rares. Malheureusement, ces fleurs sont stériles, et la race diploïdique hermaphrodite ainsi obtenue avec *Bryum caespititium*, *Mnium hornum*, etc., ne peut se maintenir que par la reproduction végétative.

Chez les Mousses homothalliques, la régénération des cellules du sporogone a eu lieu avec le même succès, et le protonéma diploïdique de l'*Amblystegium serpens*, du *Barbula muralis* donne aussi des axes feuillés qui ne tardent pas à produire des fleurs, mais, dans ce cas, la répartition des sexes n'est pas différente de celle des individus normaux.

Le fait le plus remarquable réside dans la fertilité de la race diploïdique ainsi obtenue et la formation des sporogones à $4n$ chromosomes, ou tétraploïdiques.

Cette race peut être fixée par la spermogenèse qui fournit ainsi des lignées d'individus diploïdiques, sans retour à la forme primitive. On n'observe en effet ni l'apogamie compensatrice observée chez les Fougères et le *Marsilia* qui ramène les chromosomes au nombre normal de l'espèce; ni une modification dans la réduction chromatique qui demeure simple.

Puisque la race à $2n$ chromosomes fournit des sporogones tétraploïdiques, il était naturel de tenter la régénération de ceux-ci. C'est ce qu'ont fait avec succès MM. Élie et Émile Marchal.

La régénération des sporogones tétraploïdiques d'*Amblystegium serpens* donne un protonéma susceptible de former des axes feuillés produisant de nombreuses fleurs des deux sexes : c'est donc une seconde race d'*Amblystegium* : l'*Amblystegium serpens tetravalens* qui est ainsi obtenue. Mais cette race n'est pas viable; non seulement elle est stérile, mais les cultures sont facilement détruites par des espèces banales ou par des champignons.

Ainsi, chez les Mousses hétérothalliques, la régénération des sporogones donne une race bivalente hermaphrodite stérile mais dont l'appareil végétatif luxuriant se reproduit par multiplication végétative; chez les Mousses homothalliques, on obtient, dans les mêmes conditions, une première race

bivalente fertile fixée par la sporogenèse et une deuxième race tétravalente stérile à vitalité très affaiblie. Il sera intéressant de rechercher les effets du croisement entre la race normale monovalente et la race bivalente fertile.

Quels sont maintenant les effets du doublement ou du quadruplement des chromosomes sur la morphologie et la structure des formes nouvelles? En ce qui concerne les noyaux, de nombreuses mensurations démontrent que leur volume s'accroît proportionnellement au nombre des chromosomes. Ainsi, chez l'*Amblystegium serpens*, il est respectivement 1, 2, 4 pour les espèces ou raies à n, $2n$ et $4n$ chromosomes. Les cellules subissent aussi un accroissement du même ordre. Ce résultat est en contradiction avec la loi de Boveri qui fait intervenir la surface du noyau.

Il semblerait d'après cela que les dimensions des organes et des plantes, chez les races bivalentes et tétravalentes, doivent être considérables. Il n'en est rien. Si, chez les races aposporiques stériles issues des mousses hétérothalliques, les individus bivalents sont plus vigoureux, caractère qu'ils doivent peut-être à leur stérilité, les races issues des espèces homothalliques sont moins vigoureuses que les individus de l'espèce type.

Par suite, la tendance au gigantisme provoquée par l'augmentation du nombre des chromosomes est combattue, dans les organes végétatifs, par la diminution du nombre des cellules. C'est seulement dans les organes reproducteurs formés d'un nombre limité de cellules que ce gigantisme est nettement accusé et suit à peu près la loi formulée par MM. Élie et Émile Marchal. Mais, cette augmentation même est une cause de dégénérescence et l'on s'explique l'état chétif et précaire des individus de la race tétravalente d'*Amblystegium serpens*.

Dans un seul cas, chez le *Phascum cuspidatum*, la race bivalente présente des individus déformés. Les feuilles supérieures sont irrégulières, arquées ou flexueuses, les nervures sont hypertrophiées et les plantes présentent à l'aisselle des feuilles à l'extrémité des nervures des corps cylindriques ou claviformes qui constituent des propagules. C'est l'unique exemple d'apparition de caractères nouveaux par l'aposporie.

La production de ces races bivalentes et tétravalentes peut se produire, d'après les auteurs, dans la nature sous l'influence des traumatismes.

Tous les faits exposés par MM. Élie et Émile Marchal ont été obtenus par une méthode sans cesse contrôlée qui a exigé un grand nombre d'expériences.

L'originalité des résultats, leur importance biologique ont engagé votre

Commission à vous proposer, à l'unanimité, d'attribuer le prix Desmazières à MM. **Élie** et **Émile Marchal.**

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

PRIX MONTAGNE.

(Commissaires : MM. Guignard, Bonnier, Prillieux, Zeiller, Mangin; Costantin, rapporteur.)

La Commission décerne un prix de *mille francs* à Mme **Paul Lemoine**, et un prix de *cinq cents francs* à M. **H. Collin**.

Mme **Paul Lemoine** a entrepris un travail extrêmement étendu sur un groupe d'Algues incrustées de calcaire, les Mélobésiées, confondues longtemps avec des Polypiers, dont la nature végétale, pressentie pas divers auteurs, a été démontrée définitivement par Decaisne. L'étude de ces plantes n'était pas sans présenter d'assez grandes difficultés, à cause de la matière incrustante qui a envahi les membranes des cellules; grâce à une technique soigneusement conduite de décalcification, d'inclusion et de coloration, Mme P. Lemoine est arrivée à faire une enquête très étendue sur la structure anatomique de ces Algues. Elle a précisé d'une manière exacte l'organisation des formes en croûte, des formes dressées dans les *Lithothamnium*, les *Lithophyllium*, les *Melobesia*, les *Porolithon*, les *Tenarea*, leur mode d'accroissement, leur constitution cellulaire, les variations de la matière incrustante.

Cette investigation sur l'appareil végétatif, faite d'une manière méthodique et étendue, complétée par un examen attentif des appareils reproducteurs, devait conduire Mme Lemoine à des vues nouvelles et intéressantes sur la classification du groupe des Mélobésiées. Elle a pu, grâce au critérium anatomique qui lui a servi de fil conducteur, définir avec certitude cinq genres principaux, y rattacher des genres créés sans fondement, préciser les caractères d'une quarantaine d'espèces qui sont maintenant définies avec rigueur, aussi bien par la structure que par la reproduction : cette concordance des résultats obtenus par deux méthodes distinctes est un garant de la valeur des conclusions. Elle a conduit l'auteur à réduire ensuite le nombre des espèces créées sur un caractère insuffisant, celui de la présence des bispores ou des tétraspores.

La définition précise des espèces peut être considérée comme la pierre angulaire de toutes les recherches sur leurs variations sous l'influence des conditions géographiques. Parmi ces variations entrevues par l'auteur, on peut signaler celle des types bispores dans les régions froides, celle de types plus riches en carbonate de magnésie dans les mers chaudes.

Le travail de Mme Lemoine, qui est une vaste synthèse non seulement de tout ce qu'elle a vu par elle-même mais ds ce que l'on connaît sur les Mélobésiées, rendra l'étude de ce groupe beaucoup plus facile ; elle permettra la détermination des échantillons récoltés à sec, celle de ceux conservés depuis de longues années, même des espèces fossiles.

On pourra donc aborder le problème de l'évolution du groupe, et Mme Lemoine n'a pas hésité à envisager les relations phyllogénétiques probables des Corallinées et des divers genres de Mélobésiées : l'étude des *Solenopora* du Silurien, genre ancestral, lui a permis d'y constater la différence fondamentale de structure qui existe entre les *Lithophyllum* et les *Lithothamnium*.

On voit, en somme, que le travail que nous venons d'analyser, grâce à un fondement anatomique solide, grâce à sa vaste étendue de systématique, permet d'aborder l'examen de questions générales de grande portée et de haut intérêt, aussi la Commission chargée de juger le concours vous propose de donner le premier prix Montagne à Mme **Paul Lemoine** pour l'ensemble de ses travaux sur les Mélobésiées.

Plusieurs Notes et un Mémoire de M. **H. Collin** sur la physiologie des Champignons ont également fixé l'attention de la Commission. A propos d'une moisissure particulière, le *Botrytis cinerea*, forme conidienne du *Sclerotinia Fuckeliana*, M. Colin a pensé qu'il y avait un véritable intérêt à préciser ses propriétés physiologiques complexes quand on le met en présence de différentes substances sucrées dont peut se nourrir cet organisme. Ce *Botrytis* est un Champignon très polyphage et remarquable par ses fonctions digestives variées. Afin de se rendre compte de l'action exercée sur un polysaccharide par les diastases d'une moisissure, l'auteur examine si cette substance possède à son égard une valeur nutritive et il la cultive, pour cela, sur le liquide de Raulin dont l'élément hydrocarboné est représenté par le sucre soumis à l'expérience.

M. Collin a vu ainsi que le *Botrytis* est susceptible de vivre aux dépens d'un grand nombre de polyoses : saccharose, maltose, tréhalose, raffinose, mélizitose. Aucun de ces saccharides n'est assimilé directement par la moisissure, il y a toujours des hydrolyses qui les transforment en hexoses

directement assimilables. En présence de chaque matière sucrée, le *Botrytis* élabore des ferments solubles et les actions sont de deux types suivant qu'il s'agit des bioses (saccharose, maltose, lactose, tréhalose) ou des trioses (raffinose, mélizitose) : dans le premier cas, il n'y a qu'une diastase qui agit ; dans le second, il y en a deux exerçant leur action successivement et dédoublant le raffinose, par exemple, en lévulose et mélibiose, puis, l'action se prolongeant, en glucose et en galactose.

L'apparition de l'enzyme sécrétée par une moisissure n'est d'ailleurs pas liée à la présence du sucre à laquelle elle correspond ; ainsi le mycélium venu sur glucose contient de la sucrase, de la maltase, etc.

En plus des bioses et des trioses énumérées plus haut, M. Colin a examiné aussi l'action du *Botrytis* sur d'autres sucres tels que le gentianose, le stachyose, autres polysaccharides exigeant aussi l'intervention successive de deux diastases.

Ce travail d'un débutant, soigneusement fait, intéresse grandement les problèmes les plus importants de la physiologie générale et mérite d'être encouragé; bien que la question encore si controversée et d'ailleurs si délicate de l'individualité des diastases doive encore susciter de nouvelles recherches, la Commission propose d'accorder à M. **H. Collin** le deuxième prix Montagne.

Les conclusions de ces Rapports sont adoptées par l'Académie.

PRIX DE COINCY.

(Commissaires : MM. Guignard, Prillieux, Zeiller, Mangin, Costantin, Ph. van Tieghem, Perrier, Bouvier ; Gaston Bonnier, rapporteur.)

Parmi les Mémoires déposés pour le prix de Coincy, la Commission a distingué une *Monographie des Eléagnacées* de M. **Camille Servettaz.** Ce travail est une étude très complète de cette famille, étude faite aussi bien au point de vue systématique qu'à celui de l'Anatomie et de la Biologie de ces végétaux. C'est en quelque sorte, comme plan de recherches, le modèle d'une monographie.

L'auteur ne se contente pas de décrire les genres et les espèces actuelles, mais aussi les espèces fossiles. De plus, il étudie la germination et la végétation de la plante adulte pour chaque espèce, l'anatomie et le développe-

ment de la racine, de la tige et de la feuille; puis l'anatomie et le développement de la fleur, du fruit et de la graine.

M. Servettaz termine son travail par la recherche des affinités de cette famille et, au point de vue biologique, étudie l'influence du milieu ainsi que les principales substances qui se trouvent dans ces plantes.

Ce Mémoire est accompagné d'un grand nombre de figures, très exactes, dessinées par l'auteur, et de Tableaux synoptiques parmi lesquels le plus remarquable est celui qui permet de distinguer toutes les espèces par les seuls caractères anatomiques de leurs tissus.

Pour ces diverses raisons la Commission attribue le prix de Coincy à M. **Camille Servettaz**.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

PRIX DA GAMA MACHADO.

(Commissaires : MM. Ranvier, Perrier, Delage, Bouvier, Grandidier, Müntz, le prince Roland Bonaparte; Henneguy, rapporteur.)

Bien que les travaux relatifs à la spermatogenèse des Mammifères soient déjà très nombreux, certains points de l'évolution des cellules sexuelles mâles de ces animaux restent encore à élucider. M. **J. Duesberg**, chargé de Cours à l'Institut d'Anatomie de l'Université de Liége, s'est efforcé de combler ces lacunes en faisant une étude aussi complète que possible de la spermatogenèse du Rat à l'aide de la meilleure technique cytologique.

Une des questions les plus controversées de la spermatogenèse et de l'oogenèse, aussi bien chez les Mammifères que chez les autres Métazoaires, c'est la manière dont s'effectue la réduction numérique des chromosomes qui, ainsi qu'on le sait, sont moitié moins nombreux dans le noyau des cellules sexuelles arrivées à maturité que dans celui des cellules somatiques. Depuis bientôt 30 ans que Ed. van Beneden a fait connaître l'existence de

cette réduction chromatique, les biologistes n'ont pu se mettre d'accord sur le processus de ce phénomène, ni sur sa signification, M. Duesberg a suivi la transformation des éléments chromatiques des cellules de la lignée spermatique depuis les spermatogonies jusqu'aux spermatides. A aucun stade il n'a pu observer la conjugaison des chromosomes deux à deux, admise par certains auteurs, durant la synapsis, qui paraît manquer chez le Rat. A aucun stade non plus, il n'a constaté de division transversale des chromosomes. Au cours de la période de maturation, les chromosomes, déjà en nombre réduit, se clivent longitudinalement à chacune des deux divisions, et se comportent par conséquent comme les chromosomes des cellules somatiques.

L'auteur, après avoir discuté les diverses hypothèses émises pour expliquer la réduction chromatique, arrive à cette conclusion qu'aucune de ces hypothèses n'est satisfaisante et que l'explication de ce phénomène reste entière à trouver. « En réalité, si l'on veut s'en tenir aux faits observables et bien observés, en dehors de toute spéculation, il n'y a que deux choses à comprendre sous le terme de réduction chromatique, comme le fait remarquer Meves : la réduction du nombre des chromosomes et la réduction de la quantité de chromatine. » C'est l'opinion que nous avions nous-même émise en 1904. La réduction du nombre tient à ce que le filament chromatique se coupe en moitié moins de segments que dans la division d'une cellule somatique; la réduction de quantité de chromatine résulte des deux divisions que subissent les spermatocytes, divisions qui se succèdent si rapidement que les noyaux-filles de la première n'ont pas le temps de compléter leur masse de chromatine avant la seconde division.

Parmi les corps figurés qu'on trouve dans les cellules séminales, les formations que Benda a désignées sous le nom de *mitochondries* ont attiré, depuis une dizaine d'années, l'attention des cytologistes. M. Duesberg s'est attaché à suivre l'origine et l'évolution de l'appareil mitochondrial chez le Rat, et, dans un autre Mémoire spécial, chez divers animaux, Cobaye, Triton et plusieurs Insectes.

M. Goldschmidt et ses élèves ont émis récemment sur l'origine des mitochondries une opinion absolument contraire à celle de la plupart des cytologistes. Pour ces auteurs, les mitochondries sont des éléments nucléaires, véritables produits de rebut du noyau, et n'interviennent en aucune façon dans la constitution du spermatozoïde; à la fin de l'évolution de la cellule spermatique, elles seraient purement et simplement expulsées de la cellule. M. Duesberg a reconnu que, conformément à l'opinion de Benda,

Meves et beaucoup d'autres auteurs, les mitochondries sont d'origine cytoplasmique, et que ces éléments, au cours des divisions de maturation, se disposent dans le spermatocyte de manière à être répartis également entre les cellules-filles. Les deux divisions de maturation amèneraient donc une réduction de la quantité de substance mitochondriale contenue dans la cellule sexuelle, réduction qu'on peut comparer à la réduction quantitative de la chromatine au cours de la même période. Dans les dernières phases de l'évolution de la cellule spermatique, les mitochondries forment un filament enroulé en spirale autour de l'axe de la queue du spermatozoïde et interviennent ainsi dans la constitution définitive de celui-ci, comme l'avait déjà bien vu Benda. Enfin, M. Duesberg, d'accord avec M. Meves, pense que, au moment de la fécondation, les mitochondries du spermatozoïde s'unissent à des éléments de même nature de l'œuf et sont transmis aux cellules de l'embryon, subissant dans celles-ci des différenciations diverses; c'est ainsi que, dans les cellules qui forment les fibres musculaires, les mitochondries donnent les myofibrilles.

D'après cette manière de voir, l'acte intime de la fécondation consisterait non seulement dans l'union du noyau mâle et du noyau femelle, mais encore dans l'union de mitochondries spermatiques et de mitochondries ovulaires. Cette théorie, bien qu'elle ne soit pas encore établie par des observations précises, nous paraît cependant plus acceptable que celle qui localise uniquement dans le noyau les substances héréditaires.

Les deux Mémoires de M. **J. Duesberg** constituent des travaux d'un réel intérêt, renferment un certain nombre de faits nouveaux et révèlent surtout, chez ce jeune histologiste, un sens critique des plus judicieux. Aussi la Commission accorde-t-elle sans hésitation à l'auteur le prix Da Gama Machado pour l'année 1912.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX THORE.

(Commissaires : MM. Ranvier, Perrier, Delage, Henneguy, Grandidier, Müntz, le prince Roland Bonaparte; Bouvier, rapporteur.)

Le prix est décerné à M. **Antoine Grouvelle** pour ses travaux sur les *Coléoptères clavicornes*.

Le groupe des Coléoptères clavicornes, tel qu'il fut établi par Latreille, compte un nombre considérable de formes pour la plupart menues et d'apparence très modeste, qui semblent défier la patience du naturaliste. Il faut une ardeur scientifique peu commune et une vraie passion d'entomologiste pour aborder ce groupe hétérogène, et l'on doit être reconnaissant à M. Grouvelle d'avoir consacré une partie de son existence à ce travail nécessaire que d'autres eussent trouvé ingrat. La tâche, il est vrai, dépasse de beaucoup la vie d'un seul homme, mais elle devait être entreprise et, grâce à M. Grouvelle, on commence maintenant à pouvoir s'orienter assez bien dans ce dédale où s'entrecroisent les types les plus divers.

On range pour le moins une dizaine de familles dans les Clavicornes : les Colydiidés qui se tiennent sous les écorces et dans le sol, les Nitidulidés qui se trouvent principalement sur les fleurs, les Cucujidés qui vivent souvent en commensaux dans les galeries des xylophages; les Lathridiidés, les Cryptophagidés et les Hétérocéridés qui se nourrissent de moisissures, etc. A ces formes on ajoutait jadis les Rhysodides, qui présentent à un certain degré le faciès des Clavicornes, mais que M. Peyerimhoff rapproche plutôt des Carabiques en raison des caractères de leurs larves.

M. Grouvelle, dans des Mémoires fort nombreux, tous originaux, a donné des aperçus importants sur ces familles et il a largement contribué à étendre les connaissances qu'on possédait après Erichson, Murray et Reitter sur le groupe des Clavicornes.

A ce point de vue, on doit signaler surtout son étude sur les *Coléoptères de la région indienne*, *Rhysodidæ*, *Trogositidæ*, *Nitidulidæ*, *Colydiidæ*, *Cucujidæ;* cette œuvre, à vrai dire, est établie d'après les Clavicornes indiens, mais elle fournit une base anatomique sérieuse à l'étude systématique des espèces européennes, car elle consiste, pour la meilleure part, en un travail de synthèse où les caractères des différents genres sont bien mis en évidence. On doit signaler, au même titre, le *Synopsis des Rhysodides* où sont passées en revue et nettement caractérisées par leur structure anatomique toutes les espèces de la famille. Je ne cite que ces deux Mémoires, mais il y en a près d'une centaine dans l'œuvre de M. Grouvelle et tous contribuent, dans une mesure plus ou moins grande, à faire connaître mieux que par le passé le vaste groupe des Coléoptères clavicornes.

Un tel labeur exige des qualités hautement estimables, le désintéressement le plus absolu, le sens des affinités zoologiques, surtout une vrai passion pour les recherches ; il est obscur, mais d'autant plus méritoire et d'ailleurs d'une utilité qu'on ne saurait guère contester ici, dans ce milieu consacré aux

pures études scientifiques. Votre Commission a voulu encourager les naturalistes qui entrent dans cette voix, en proposant à l'unanimité M. **Grouvelle** pour le prix Thore.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX SAVIGNY.

(Commissaires : MM. Ranvier, Perrier, Delage, Henneguy, Grandidier, Müntz, le prince Roland Bonaparte ; Bouvier, rapporteur.)

Le prix est décerné à M. **Louis Germain** pour ses importants travaux sur la faune malacologique de l'Afrique tropicale et sur les relations de cette faune avec celle des contrées avoisinantes.

La faune malacologique de la haute vallée du Nil et de toute l'Afrique équatoriale n'est guère connue, dans son ensemble, que depuis les récentes explorations. M. Germain, qui a eu entre les mains un grand nombre des documents recueillis, non seulement dans la vallée du Nil, mais encore dans les régions africaines les plus diverses, a tout d'abord étudié, aux points de vue purement anatomique, systématique et descriptif, la faune malacologique de ces contrées (*Contribution à la faune malacologique de l'Afrique équatoriale;* Mollusques des missions : A. Chevalier, A. Lacoin, R. Chudeau, Gruvel, Tilho, etc.). Il a pu ainsi compléter l'œuvre autrefois entreprise par Savigny dans sa magistrale description de l'Égypte. Puis, élargissant le cadre de son sujet, M. Germain s'est occupé des faunes des régions limitrophes : Afrique mineure (*Mollusques de Khroumirie*, 1908, avec planches) et Asie antérieure (*Mollusques de l'Asie antérieure; Bulletin du Muséum*, Paris, 1910-1912; *Bulletin de la délégation en Perse*, 1911 avec planches; *Mollusques de Syrie*, sous presse, in-8°, 600 pages, 22 planches) et des rapports de ces faunes avec celles de l'Égypte. Enfin, en ce qui concerne plus spécialement l'Égypte, il a recherché les variations subies par cette faune dans le temps, en étudiant les espèces conservées et momifiées par les anciens Égyptiens.

En possession de toutes ces données, M. Germain a pu essayer une synthèse de la faune africaine dans son Ouvrage : *Recherches sur la faune malacologique de l'Afrique équatoriale* (1909, in-8°, planches et cartes). L'auteur caractérise tout d'abord les faunes terrestres et fluviatiles, montrant leur grande homogénéité dans tout le domaine équatorial. Il rap-

pelle, en passant, ainsi qu'il l'avait déjà prouvé dans un précédent travail (*Mollusques du lac Tanganyika et de ses environs*, in-4°, Imprimerie nationale, 1908, 53 figures dans le texte), que la faune du lac Tanganyika n'est pas, comme on l'a si souvent répété, une faune résiduelle marine, mais bien la faune africaine fluviatile qui, par un curieux phénomène de convergence, a pris un aspect marin particulièrement net. M. Germain étudie ensuite les rapports de la faune africaine avec celle des autres régions du globe. Il montre les rapports étroits qu'elle présente, dans nombre de séries de ses éléments, d'une part avec la faune de l'Amérique du Sud, d'autre part avec celle de l'Inde, apportant ainsi de nouveaux arguments en faveur de l'existence des anciens continents africano-brésilien et australo-indo-malgache.

Les migrations fauniques (de l'Afrique vers les régions voisines, et réciproquement, et les migrations intérieures à l'Afrique) font l'objet d'une étude très détaillée : l'auteur y montre comment des séries entières d'espèces, venues souvent de fort loin, se sont superposées à la faune autochtone et ont pu en masquer les caractères. Ces considérations expliquent pourquoi l'Égypte possède une faune si spéciale : paléarctique dans ses éléments terrestres, équatoriale dans ses éléments fluviatiles. C'est que les espèces fluviatiles ont émigré du centre africain par la grande vallée du Nil, tandis que les espèces terrestres sont originaires des régions méditerranéennes. Ajoutons qu'on observe, mais à un degré beaucoup moindre, les mêmes caractères faunistiques en Mauritanie, à l'opposé du continent africain (*Mollusques de Mauritanie*, in-8°, 1911, planches).

Un dernier point des recherches de M. Germain, relatives à l'Égypte, est à signaler ici. En étudiant les Mollusques recueillis par MM. Lortet et Gaillard dans les anciens monuments égyptiens (*Les Mollusques des anciens monuments égyptiens*, in-4°, 1910), il a pu mettre en évidence l'existence de relations entre les anciens Égyptiens et des peuples éloignés, habitant notamment l'Inde et la côte d'Afrique, au sud du cap Gardafui.

Ce court aperçu ne donne qu'une idée fort incomplète des résultats obtenus par M. Germain au cours de ses travaux; il suffit toutefois, pour montrer l'importance des questions soulevées et presque toujours résolues par l'auteur, grâce à une méthode scientifique, à une largeur de pensée et à un zèle que votre Commission tient à louer bien haut. Nul savant ne s'est mieux inspiré des vues de Savigny et nul n'a mieux continué l'œuvre entreprise par l'illustre zoologiste attaché à l'Expédition d'Égypte; aussi votre Commission est-elle unanime, non seulement pour vous proposer d'attri-

buer à M. **Germain** le prix Savigny, mais pour encourager de ses félicitations ce jeune et intéressant travailleur.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, d'Arsonval, Laveran, Dastre, Lucas-Championnière, Chauveau, Perrier, Roux, Labbé, Henneguy.)

I. — Prix.

Trois prix, de *deux mille cinq cents francs* chacun, sont décernés à :

M. V. **Pachon**, pour ses travaux relatifs à la *Mesure de la pression artérielle chez l'homme.*

M. **Charles Nicolle**, pour l'ensemble de ses travaux sur le *Typhus exanthématique.*

M. O. **Josué**, pour l'ensemble de ses travaux sur l'*Artério-sclérose.*

Rapport de M. A. **Chauveau.**

Un des trois prix de Médecine et de Chirurgie a été décerné à M. **Pachon**, pour ses études sur *la tension artérielle et l'oscillomètre sphygmométrique :*

La détermination de la valeur de la *pression artérielle* a pris, de nos jours, en Médecine, une importance considérable. Tous les progrès introduits dans les méthodes, procédés et appareils, mis cliniquement en usage pour arriver à l'exactitude de cette détermination, méritent donc d'attirer l'attention.

Il convient d'en signaler tout particulièrement deux dus à M. Pachon.

Le principe général appliqué, dans toutes les tentatives de mesure de la pression intérieure des artères, consiste dans l'étude de l'influence exercée, par une contre-pression extérieure, parfaitement mesurée, sur la manifestation et les caractères de la pulsation artérielle. Logiquement, c'est au

point même d'application de cette contre-pression que doivent être observées les modifications qu'elle introduit dans la pulsation. Quand celle-ci, sous l'action de l'augmentation graduelle de la contre-pression extérieure, vient à disparaître, on est autorisé à affirmer que cette dernière donne la mesure exacte de la pression intérieure, que la systole ventriculaire communique au sang contenu dans les artères de la circulation générale.

Mais si — le cas est usuel — l'exploration artérielle est faite en aval du point comprimé du tronc de distribution, la disparition du pouls ne saurait plus avoir cette signification. M. Pachon a nettement démontré que le pouls s'éteint, dans cette région d'aval, avant que la contre-pression extérieure ait atteint la valeur suffisante pour oblitérer complètement le tronc artériel. La circulation continue à traverser l'obstacle. Mais le cours du sang n'y est plus saccadé. Il est rendu à peu près uniforme par la surprovocation de l'élasticité artérielle en amont.

La méconnaissance de cette notion importante a entaché d'inexactitude les résultats signalés dans un certain nombre de recherches sur la mesure clinique de la pression artérielle.

Un autre progrès de haute importance est dû à M. Pachon.

Il est bien établi maintenant que, pour déterminer avec précision les caractères de la pression artérielle aux différentes phases de la révolution cardiaque, surtout les maxima de la *pression systolique* et de la *pression diastolique*, il faut avoir recours à la *méthode des oscillations de Marey*. Malheureusement les divers appareils de mesure utilisés dans les cliniques, tous fondés sur l'emploi du manomètre métallique, ne possèdent pas la sensibilité *uniforme* nécessaire à l'exactitude de leurs indications. Cette sensibilité diminue à mesure que les contre-pressions mises en œuvre s'accroissent davantage.

M. Pachon a eu l'idée, extrêmement ingénieuse, de supprimer ce grave inconvénient, à l'aide d'un dispositif qui permet de faire agir la contre-pression aussi bien sur la paroi externe de la capsule oscillométrique que sur sa paroi interne. Ce dispositif est complété par une valve et un séparateur. La valve permet d'amener graduellement la contre-pression, intentionnellement exagérée, à la valeur utile qu'elle doit avoir. Grâce au séparateur, on peut, le moment venu, transmettre exclusivement à la capsule manométrique les pulsations de l'artère.

Avec son *oscillomètre sphygmométrique*, M. **Pachon** donne la solution aussi élégante que rigoureuse du problème de la mesure clinique de la pression artérielle.

Rapport de M. **Roux**.

M. **Charles Nicolle**, directeur de l'Institut Pasteur de Tunis, a entrepris, depuis plusieurs années, l'étude du typhus exanthématique. La plupart des acquisitions nouvelles sur cette maladie sont dues à ses persévérentes recherches. Il a montré : que le virus se trouve dans le sang pendant la période fébrile; que les singes supérieurs et les macaques contractent la maladie par l'inoculation d'une quantité suffisante de sang virulent; que l'agent de la transmission de l'homme malade à l'homme sain est le poux du corps; que cet insecte suceur est infectant du cinquième au septième jour après le repas virulent; que le virus du typhus récurrent passe au travers des filtres en terre poreuse qui arrêtent les microbes ordinaires.

M. Nicolle a aussi fait voir qu'une première atteinte donne l'immunité au singe à condition qu'elle ait été sévère; que le sérum des animaux guéris, recueilli dans les premiers jours de la convalescence, possède des propriétés préventives.

Ces données fondamentales ont été confirmées par divers expérimentateurs. Elles indiquent comment, en détruisant les poux parasites, on pourra arrêter la propagation de la maladie.

Notre Commission a jugé que cet excellent travail méritait un des prix Montyon de Médecine.

Rapport sur les travaux de M. O. Josué, *par M.* **A. Laveran**.

M. **Josué** a découvert, en 1903, que les injections répétées d'adrénaline, faites dans les veines du lapin, donnent lieu, chez cet animal, aux altérations caractéristiques de l'athérome aortique. Depuis lors, M. Josué a fait une série de travaux sur le même sujet et il a publié, en 1909, un Traité de l'artério-sclérose.

Les recherches de M. **Josué** sur le rôle de l'adrénaline dans la production de l'artério-sclérose, vérifiées par un grand nombre d'observateurs, sont d'un grand intérêt pour l'étude de cette altération si fréquente et si grave des artères qu'il importerait tant de savoir prévenir ou guérir.

II. — Mentions.

Trois mentions, de *quinze cents francs* chacune, sont accordées à :

M. **H. Carré**, pour l'ensemble de ses travaux originaux, traitant de *cer-*

taines affections du mouton sous la dépendance du microbe de la suppuration caséeuse;

MM. **Mathis** et **M. Leger**, pour leur Ouvrage intitulé : *Recherches de parasitologie et de pathologie humaines et animales au Tonkin;*

M. **Étienne Ginestous**, pour son Mémoire intitulé : *Ophtalmo-chromo-diagnostic et photothérapie oculaire.*

Rapport de M. **Roux**.

D'après M. **Carré**, le bacille connu sous le nom de bacille de Preisz-Nocard, joue un grand rôle dans la pathologie ovine. C'est lui qui cause la mortalité des agneaux nouveau-nés, chez lesquels il s'introduit par la plaie ombilicale. C'est encore lui que l'on trouve dans les affections accompagnées de suppuration chez les agneaux, les moutons et les chèvres.

Ce bacille est très répandu dans les écuries infectées, il est présent dans les déjections des animaux, dans les fumiers. Il sécrète une toxine très active que M. Carré a préparé au moyen de cultures en bouillon. On conçoit, dès lors, l'état de cachexie dans lequel tombent les animaux qui l'hébergent.

M. Carré a indiqué un moyen simple d'éviter l'infection des agneaux nouveau-nés, en badigeonnant la plaie ombilicale avec de la teinture d'iode et en l'oblitérant avec du collodion iodé. Il cite l'exemple d'un troupeau, observé pendant plusieurs années consécutives, qui, avant le traitement, avait plus des deux tiers des agneaux atteints d'abcès et qui, après le traitement, ne comptait qu'un seul malade.

Ces intéressants résultats ont fait attribuer à M. **Carré** une mention du Prix Montyon de Médecine avec 1500fr.

Rapport sur les travaux de MM. Mathis *et* Léger, *par M.* **A. Laveran**.

MM. **Mathis** et **Leger**, médecins des troupes coloniales, ont fait une très bonne étude de l'endémie palustre, de la fièvre récurrente, du béribéri et de l'helminthiase intestinale et hépatique au Tonkin; ils ont décrit, en outre, bon nombre d'hématozoaires nouveaux chez différentes espèces animales. Leur Ouvrage constitue, en somme, une contribution importante à la pathologie et à la parasitologie du Tonkin.

Rapport sur les travaux de M. Ginestous, *par M.* **Lucas-Championnière.**

Le Mémoire n° 7 adressé pour les Prix Montyon par M. **Étienne Ginestous**, oculiste de l'hôpital suburbain de Bordeaux, est un manuscrit de 208 pages de texte avec 31 planches en aquarelle représentant le fond de l'œil examiné avec des verres colorés. Il est intitulé : *Ophtalmo-chromo-diagnostic. Photothérapie oculaire.*

Au texte l'auteur a joint quatre paires de lunettes, bleues, jaunes, vertes et rouges, qui peuvent être utilisées dans le traitement de certaines maladies et dans l'examen des yeux.

Il a joint aussi des écrans colorés en échantillons pour bien indiquer les conditions dans lesquelles il a pu pratiquer des examens à l'aide d'écrans colorés et traiter des malades à l'aide des couleurs.

Cet Ouvrage qui représente une somme considérable de travail entrepris, dit l'auteur, depuis plus de dix années, est d'une extrême originalité. Peut-être l'auteur, dans l'enthousiasme de l'invention, exagère-t-il la valeur des moyens. Mais, à coup sûr, il y a dans son Livre nombre de données nouvelles très bien étudiées et très bien exposées qui doivent ouvrir à l'ophtalmologie des voies toutes nouvelles.

Toute la première Partie de son Livre est consacrée à l'exposé de ses moyens de recherches, c'est-à-dire de la méthode qui lui a permis de constituer des écrans colorés. Il n'a pas obtenu cet idéal qui consisterait à la création d'écrans rigoureusement monochromatiques. Mais il a pu obtenir des écrans et des verres pour lesquels il a pu déterminer nettement la longueur d'ondes des radiations qui les traversent.

C'est ainsi qu'il a pu utiliser quatre ordres de lumière colorée :

Écrans bleu violet. — Laissant passer une faible quantité de radiations vertes et toutes les radiations bleues, indigo, violettes.

Écrans verts. — Laissant passer une faible partie du bleu, une très faible quantité de rouge, le jaune et toutes les radiations vertes.

Écrans rouges. — Laissant passer une faible quantité du jaune, l'orangé et le rouge.

Écrans jaunes. — Laissant passer toutes les radiations depuis l'infra-rouge jusqu'au violet exclusivement.

L'examen de l'œil en lumière colorée offrant peu d'avantages pour la

cornée est déjà beaucoup plus utile pour l'examen des réflexes pupillaires et pour l'examen du corps vitré.

Mais c'est surtout pour les examens du fond de l'œil qu'il peut rendre des services tels qu'il fasse reconnaître, de bonne heure, des lésions très difficiles à préciser.

Dans cet examen du fond de l'œil, la lumière verte et la lumière rouge permettent de voir, avec une netteté extraordinaire, certaines lésions.

La lumière verte rend plus apparent tout ce qui est rouge (vaisseaux, sang, hémorragies). Elle atténue tout ce qui est noir (pigments, taches pigmentaires, etc.).

La lumière verte rend plus apparent tout ce qui est noir et atténue tout ce qui est rouge.

On a donc là un moyen très précis de discerner les pigmentations et les hémorragies rétiniennes.

Pour l'examen direct du fond de l'œil, on a de très multiples ressources dans l'emploi de la lumière colorée.

L'auteur admet encore que la skiascopie de Cuignet, méthode d'examen acceptée de la détermination de la réfraction totale du globe oculaire, est grandement facilitée et perfectionnée par l'emploi de la lumière colorée auquel il donne le nom de *chromo-skiascopie*.

Il montre comment cette méthode simplifie et complète l'examen inventé par Cuignet.

L'examen de la vision binoculaire par la lumière colorée est un de ceux dont l'avantage n'a pas besoin d'être établi.

La *Photothérapie* occupe la seconde partie de ce manuscrit.

L'auteur montre comment la photothérapie positive, c'est-à-dire l'application intensive de la lumière solaire, est chose dangereuse et étudie ses propres applications de photothérapie négative par l'emploi de ses verres colorés.

Il résume ainsi ses observations :

Verres rouges. — Résultats favorables pour les inflammations chroniques de la cornée. Avantageux pour la correction de la dyschromatopsie. Inconvénients de favoriser les troubles d'excitation générale.

Verres bleu violet. — Rétinites albuminuriques et névrites optiques.

Verres verts. — Excitants de la rétine (processus névritiques).

Verres jaunes. — Action calmante.

Correction des amétropies par les verres colorés.

Cette analyse rapide permet de rappeler que cet Ouvrage inédit comprend une quantité considérable de documents neufs et intéressants. Il représente une somme considérable de travail et des observations multipliées pendant plusieurs années.

Il est vraisemblable que l'ophtalmologie aura de grands profits à tirer de recherches aussi nombreuses dans un champ d'observations très neuf. Aussi votre Commission a pensé que cet Ouvrage mérite une récompense importante et propose de lui attribuer une des mentions du Prix Montyon, Médecine et Chirurgie, à laquelle est attribuée la somme de 1500^{fr}.

III. — Citations.

Des citations très honorables sont accordées à :

M. **Jean Troisier**, pour son travail intitulé : *Rôle des hémolysines dans la genèse des pigments biliaires et de l'urobiline.*

MM. **Henri Claude** et **Stephen Chauvet**, pour leur travail intitulé : *Séméiologie réelle des sécrétions totales des nerfs mixtes périphériques.*

M. **Albert Sézary**, pour ses *Recherches sur les surrénalites scléreuses.*

M. **A. Magitot**, pour son *Étude de la survie de la cornée transparente de l'œil conservée en dehors de l'organisme.*

M. **Louis Renon**, pour son Ouvrage intitulé : *Le traitement scientifique pratique de la tuberculose pulmonaire.*

M. **Noël Fiessinger**, pour son Ouvrage intitulé : *La cellule hépatique, particulièrement chez les mammifères et chez l'homme.*

M. **Georges Schreiber**, pour son Ouvrage intitulé : *La poliomyélite épidémique.*

L'Académie adopte la conclusion de ces Rapports.

PRIX BARBIER.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, d'Arsonval, Laveran, Dastre, Lucas-Championnière, Perrier, Labbé, Henneguy ; Roux, rapporteur.)

M. **Eugène Léger**, pharmacien des hôpitaux de Paris, est connu par d'importantes recherches sur la Chimie et la Pharmacologie. Il a publié

un Livre sur les alcaloïdes du quinquina et a été le collaborateur de M. Jungfleisch dans ses travaux sur la cinchonine et ses isomères optiques.

Depuis plusieurs années M. Léger s'est attaqué à la difficile étude des principes purgatifs des aloès. On distinguait presque autant d'aloïnes qu'il y a de sortes d'aloès. M. Léger a fait voir que toutes contiennent de la barbaloïne et de la β-barbaloïne et que ces principes sont des glucosides formés d'arabinose et d'aloémodine. La nataloïne de l'aloès du Cap, dont la composition est particulière, renfermerait dans sa molécule de l'arabinose et de la méthylnataloémodine.

M. Léger a introduit dans la thérapeutique un alcaloïde nouveau, l'hordéine, retiré des touraillons d'orge.

La Commission a attribué le prix Barbier à M. Eugène **Léger** pour l'ensemble de ses travaux.

L'Académie adopte la conclusion de ce Rapport.

PRIX BRÉANT.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, d'Arsonval, Dastre, Lucas-Championnière, Chauveau, Perrier, Roux, Labbé, Henneguy; Laveran, rapporteur.)

Le prix Bréant d'une valeur de *cent mille francs*, destiné à récompenser celui qui aura trouvé le moyen de guérir le *Choléra asiatique*, n'est pas décerné.

L'Académie décerne sur les arrérages de la fondation du prix Bréant :

Un prix de *deux mille cinq cents francs* à M. **C.-J. Finlay** pour l'ensemble de ses travaux sur le rôle des moustiques dans la propagation de la fièvre jaune.

Un prix de *deux mille cinq cents francs* à M. **A. Agramonte** pour l'ensemble de ses travaux sur la même question.

Depuis 1881, M. **Finlay** a défendu, dans un grand nombre de publications, l'opinion que la fièvre jaune était propagée par les moustiques qu'il désigne sous le nom de *Culex mosquito*; il s'est appuyé, d'une part, sur l'épidémiologie de la fièvre jaune, d'autre part, sur la bionomie des *C. mosquito*. Finlay a insisté, en particulier, sur cet argument, de grande valeur, que les conditions incompatibles avec le développement des *C. mosquito* sont les

mêmes que celles qui sont incompatibles avec le développement de la fièvre jaune.

Finlay a cherché à donner la preuve directe de l'opinion qu'il soutenait, en faisant piquer des individus n'ayant pas l'immunité pour la fièvre jaune par des *C. mosquito* nourris sur des sujets atteints de cette fièvre. Dans un certain nombre de cas, les sujets en expérience ont présenté les symptômes d'une fièvre jaune bénigne, mais le plus souvent les résultats ont été négatifs, si bien que la théorie de la transmission de la fièvre jaune par les moustiques était encore mise en doute au début de ce siècle.

C'est à la Commission des médecins militaires des États-Unis, composée des Drs W. Reed, J. Carroll, A. Agramonte et J.-W. Lazear, que revient l'honneur d'avoir fourni la démonstration expérimentale complète, décisive, du rôle des *Culex mosquito*, connus aujourd'hui sous le nom de *Stegomyia fasciata*, dans la propagation de la fièvre jaune.

En 1900, cette Commission établit ses laboratoires et son camp d'expériences près de la Havane ; les expériences durent être faites sur l'homme, aucune espèce animale connue n'étant sensible au virus de la fièvre jaune.

Des sujets ne jouissant pas de l'immunité furent exposés à toutes les causes de contamination par les vomissements et les déjections des malades, à l'exclusion des moustiques, ils ne s'infectèrent pas ; d'autres furent placés dans de très bonnes conditions d'hygiène, mais soumis aux piqûres de *St. fasciata*, nourris antérieurement sur des malades atteints de fièvre jaune, ces derniers s'infectèrent et la Commission réussit à déterminer exactement les conditions de la transmission par les moustiques : les sujets atteints de la fièvre jaune ne sont infectieux que pendant les premiers jours de la maladie et les moustiques ne deviennent capables de transmettre la fièvre jaune que 12 jours après s'être nourris du sang des malades.

Les expériences de la Commission américaine, confirmées par celles de plusieurs autres Commissions, ont permis de réaliser, à Cuba d'abord, et ensuite dans tous les pays où régnait la fièvre jaune, une prophylaxie rationnelle de cette redoutable endémie. Les résultats ont été admirables, des milliers d'existences ont été sauvées, et la fièvre jaune, si justement redoutée naguère, a pris place parmi les maladies évitables.

M. Agramonte est le seul survivant de la Commission américaine. MM. Reed, J. Carroll et J.-W. Lazear sont morts, mais leurs noms doivent figurer à cette place d'honneur, à côté du nom d'Agramonte.

Nous devons rappeler aussi qu'un de nos compatriotes, M. Beauperthuy, avait publié, dès 1854, un travail dans lequel il avançait que les

moustiques jouaient un rôle important dans la propagation de la fièvre jaune. Cette hypothèse a été entièrement confirmée par les beaux travaux de M. **Finlay** et de la Commission américaine.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX GODARD.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, d'Arsonval, Laveran, Lucas-Championnière, Chauveau, Perrier, Roux, Labbé, Henneguy; Dastre, rapporteur.)

Le prix est attribué à M. **Jacques Parisot**, pour ceux de ses travaux qui se réfèrent au fonctionnement du rein et, accessoirement, des capsules surrénales.

M. J. Parisot, professeur agrégé à la Faculté de Nancy, est un jeune savant très laborieux dont l'activité s'est étendue utilement à un grand nombre de sujets, corps thyroïde, thymus, hypophyse, glandes génitales, foie, appareil respiratoire, appareil circulatoire, système nerveux, maladies infectieuses. Il n'est possible, ici, que de retenir ceux qui sont relatifs aux reins. M. Parisot a déterminé des néphrites expérimentales par injection de divers irritants directement dans le parenchyme de l'organe. Il a obtenu ainsi des néphrites épithéliales typiques. Il a reproduit des néphrites secondaires à la suite d'altérations expérimentales du foie. Chez les animaux atteints de néphrite, il a provoqué l'apparition de symptômes urémiques sous l'influence du chlorure de sodium. D'autre part, étudiant le sérum de la veine rénale, il a observé que ce sérum serait actif et ferait disparaître quelques-uns des symptômes de l'urémie; et il conclut, de ce fait, à l'existence d'une sécrétion interne du rein. — Dans une autre série de travaux, M. **Parisot** a apporté une contribution à la pathogène du rein polykystique. Citons encore quelques recherches sur la capacité fonctionnelle du rein, déterminée par les mesures sphygmotonométriques et cryoscopiques; une série clinique et expérimentale sur la pression artérielle dans les affections du rein, et sur la manière dont cette pression est modifiée par l'extrait rénal; enfin, sur les médications opothérapiques par cet extrait. On voit ici, sur un terrain particulier, et sans parler des recherches de l'auteur sur tant d'autres sujets, une preuve de l'abondante et ingénieuse activité que l'Académie a voulu récompenser.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX DU BARON LARREY.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, d'Arsonval, Dastre, Lucas-Championnière, Chauveau, Perrier, Roux, Labbé, Henneguy; Laveran, rapporteur.)

Le prix est décerné à M. **Troussaint**, médecin inspecteur de l'armée, directeur du Service de santé, pour son Ouvrage intitulé : *La direction du Service de santé en campagne*.

Dans les immenses armées modernes, la direction du Service de santé en campagne est devenue un problème très difficile. Les médecins militaires du cadre actif, appelés à diriger ce service et obligés à se préparer, en temps de paix, à bien remplir cette tâche en temps de guerre, avaient besoin d'un guide; ce guide, M. le Dr Troussaint le leur a donné. Son Ouvrage, qui est un modèle de clarté et de concision, rendra les plus grands services aux médecins militaires et à l'armée; il contribuera, dans une large mesure, à assurer le bon fonctionnement du Service de santé en campagne.

Des *Mentions très honorables* sont accordées à :

M. **Ch. Teissier**, médecin-major de 1re classe au 5e régiment d'infanterie, à Paris, pour un Travail intitulé : *De l'albuminurie latente dans l'armée*.

M. **Talon**, médecin-major de 2e classe à l'École du Val-de-Grâce, pour son Mémoire intitulé : *Étude sur l'association de la scarlatine et de la rougeole*.

M. **R. Pigache**, médecin-major au 14e régiment d'infanterie, à Marseille, et M. **Worms**, médecin aide-major au 79e régiment d'infanterie, à Nancy, pour leur Mémoire intitulé : *Recherches sur l'histologie normale et pathologique du thymus chez quelques Mammifères*.

M. **A. Conor**, médecin-major, chef du Laboratoire de Bactériologie de l'Hôpital du Belvédère, à Tunis, pour son Mémoire intitulé : *Étude bactériologique de l'épidémie de choléra qui a sévi, en 1911, sur les troupes de la Division d'occupation de la Tunisie*.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

PRIX BELLION.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, d'Arsonval, Laveran, Dastre, Chauveau, Perrier, Roux, Labbé, Henneguy; Lucas-Championnière, rapporteur.)

Le prix est décerné à Mme **Banda-Legrain**, vice-présidente du Patronage des aliénés du département de la Seine.

Une *Mention honorable* est accordée à M. **J. Cavaillé** pour son Ouvrage intitulé : *Le Charbon professionnel.*

Rapport sur les Ouvrages présentés par Mme **Banda-Legrain.**

Le programme du prix Bellion est ainsi conçu :

Décerné à celui qui aura écrit des Ouvrages ou fait des découvertes surtout profitables à la santé de l'homme ou à l'amélioration de l'espèce humaine.

Il semble qu'aucun Ouvrage n'ait mieux répondu à ce programme que ceux que Mme Banda-Legrain a remis pour le Prix Bellion.

Mme Banda-Legrain est un apôtre de la campagne anti-alcoolique, et quatre Ouvrages remis au Secrétariat représentent les éléments de cette campagne à laquelle elle a dévoué sa vie. Non seulement elle a été l'agent de cette campagne avec une ardeur qu'elle a montrée dans toutes les Œuvres qu'elle a présidées, dans toutes les Conférences au cours desquelles elle a porté la bonne parole, mais elle a institué les programmes les plus remarquables de cette campagne et ce sont ces programmes qu'elle a déposés pour le prix.

Ces Œuvres méritent toute l'attention. A l'heure actuelle il n'y a pas un médecin, pas un économiste instruit de ces questions qui ne considère comme le danger le plus pressant pour l'espèce humaine le danger de l'alcoolisme. Personne, non plus, n'ignore que la France est au premier rang des nations menacées par l'alcoolisme et, de toutes les nations, est actuellement la moins défendue contre l'alcoolisme. Il a donc paru à la Commission que l'Œuvre de Mme Banda-Legrain méritait l'attention, au premier chef, et qu'en la récompensant elle accomplissait très exactement le vœu du testateur, *récompenser un des travaux profitables à la santé et à l'amélioration de l'espèce humaine.* Elle accomplit aussi une Œuvre

éminemment patriotique, car aucun pays n'a actuellement, plus que la France, besoin de publications semblables qui guident les hommes de bonne volonté dans la tâche ardue de la lutte contre l'alcoolisme.

La première Brochure est intitulée : *Note sur les restaurants de tempérance.* Elle démontre, en quelques mots, l'urgence de la diminution des cabarets et rappelle la statistique de Liverpool, où, malgré l'accroissement de la population, le nombre des cabarets ayant été réduit de 140 unités, les condamnations pour ivresse sont descendues de 12708 à 4133, soit des deux tiers.

Devant l'inertie du Gouvernement qui, en France, ne peut rien faire de semblable, Mme Banda-Legrain trace le programme du restaurant de tempérance, du cabaret sans alcool. Elle montre comment ce nouveau cabaret ne peut lutter avec l'autre qu'en présentant des avantages que le premier ne peut présenter pour la sociabilité.

La deuxième Brochure, intitulée *Maison de cure et traitement — Abstinence et cure morale,* montre que l'alcoolique est un malade qui doit être traité dans un hôpital, mais dans un hôpital spécial, et non dans un asile d'aliénés, où le contact des aliénés ne peut que nuire à sa guérison.

C'est sa dépression morale qui doit être traitée, et cela doit être fait aussi bien dans l'asile, qui n'est pas la maison de fous, que dans la société, quand l'alcoolique n'en est pas séparé.

Mme Banda-Legrain affirme là ce principe que, seule l'abstinence absolue doit être un élément de cure, et dans l'asile le traitement doit être familial et moral. Les distractions, la cure d'air et de soleil doivent être employées.

De semblables maisons existent à l'étranger. Il faut insister sur la nécessité d'un bon aménagement. Mais il faut aussi insister sur la nécessité d'un personnel abstinent. Il ne suffit pas, du reste, de faire boire de l'eau momentanément. Il faut modifier la volonté. Ce qui est difficile pour des gens éduqués est encore plus compliqué pour les buveurs de la classe pauvre. Mais un programme analogue peut être suivi et donne des résultats.

Dans une troisième Brochure, intitulée *Projet de fondation en France du premier asile de buveurs,* Mme Banda-Legrain insiste sur ces conditions, et la possibilité de réaliser la création de semblables asiles, et indique les possibilités économiques de semblables créations.

Une quatrième Brochure de Mme Banda-Legrain est intitulée *Alcoolisme et prostitution.*

Cette Brochure, très documentée, est une effroyable peinture de l'alcoo-

lisme chez les prostituées et attire l'attention sur la nécessité sociale qu'il y a à interdire des pratiques abominables, qui contribuent puissamment à la diffusion de l'alcoolisme d'une part, et des maladies vénériennes de l'autre. Cette petite publication mérite d'être méditée par tous ceux qui poursuivent ce double mal de l'alcoolisme et de la syphilis, qui épuise et compromet la vitalité de notre pays.

Comme on le voit, d'après cette rapide analyse, Mme Banda-Legrain n'est pas seulement la femme dévouée qui a donné sa vie à toutes les Œuvres anti-alcooliques, elle en a intelligemment dressé le programme pour tout le monde. Elle en a nettement déterminé les nécessités essentielles. Après la lecture de ces programmes très courts mais très substantiels, on conçoit admirablement comment doit être inspirée et dirigée la campagne contre l'alcoolisme. Son grand mérite, en particulier, est de montrer que si cette campagne doit être laborieuse, pénible, et donnera difficilement des résultats, les éléments qui doivent permettre son développement sont assez simples et faciles à résumer, et les hommes de bonne volonté qui voudront suivre fidèlement ces programmes pourront rendre au pays et à l'humanité les services les plus considérables. Nous ne devons pas oublier que l'alcoolisme, la tuberculose, la syphilis sont poisons qui se tiennent, que l'un engendre les autres et que notre pays est en voie d'y succomber. Tous ceux qui combattent l'alcoolisme avec une méthode aussi bien développée méritent des récompenses au nom de l'humanité.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

PRIX MÈGE.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, d'Arsonval, Laveran, Dastre, Lucas-Championnière, Perrier, Roux, Labbé, Henneguy; Chauveau, rapporteur.)

Le prix n'est pas décerné.

La Commission décerne le prix constitué par les arrérages du legs Mège à Mme **Long-Landry**, pour son travail sur la *rigidité spasmodique congénitale* qui caractérise la *maladie de Little*.

L'œuvre de Mme Long-Landry est surtout une étude anatomique remarquable, qui éclaire la pathogénie de la maladie.

On l'attribuait à un retard du développement du faisceau pyramidal, dans des cas d'accouchement prématuré. Mais les lésions qu'a trouvées Mme Long-Landry, admirablement décrites et figurées par elle, sont nettement destructives, plus ou moins étendues, d'origine infectieuse, datant de la vie intra-utérine.

Les processus réparateurs signalés par l'auteur expliquent les rudiments de restauration fonctionnelle qui peuvent être observés chez les sujets qui ont été atteints de cette maladie.

Cette œuvre est tout à fait digne de la récompense qui lui a été décernée.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON (Physiologie expérimentale).

(Commissaires : MM. Chauveau, Bouchard, d'Arsonval, Roux, Laveran, Henneguy; Dastre, rapporteur.)

Le prix Montyon (de Physiologie) est décerné à M. **Paul Portier**.

M. **Paul Portier**, maître de Conférences à la Faculté des Sciences, professeur à l'Institut océanographique, s'est fait connaître par une série de travaux sur la Physiologie comparée de la digestion et sur l'action des zymases, particulièrement des zymases digestives.

Utilisant les notions nouvelles sur les oxydases introduites dans la Science par Gabriel Bertrand à la suite de ses études sur la laccase, P. Portier, de 1896 à 1898, rechercha, l'un des premiers, les oxydases chez les animaux. Il établit leur existence, leur localisation dans certains tissus et même dans certaines cellules (Leucocytes), et s'efforça d'éclairer leur rôle physiologique. Ce travail : *Les oxydases dans la série animale*, a été couronné par la Faculté de Médecine.

Peu de temps après (1898-1901), P. Portier publiait ses études sur *la lactase et sur l'influence de l'alimentation sur les sécrétions diastasiques*. La

lactase qui dédouble le sucre de lait en glucose et galactose n'existe libre dans aucun suc digestif chez les Mammifères qui cependant digèrent et dédoublent ce sucre. P. Portier vérifie, en conformité avec certains auteurs (Dastre), mais contrairement à d'autres plus récents (Weinland), l'absence de lactase libre dans la sécrétion pancréatique, même chez les jeunes Mammifères. La lactase est une sécrétion endo-cellulaire des cellules cylindriques du revêtement intestinal. On ne la rencontre point (pas plus d'ailleurs que l'invertine) dans les cellules des autres organes soumis à l'action d'une presse puissante selon le procédé de Büchner (contrairement à l'assertion de Stoklasa et de ses élèves). P. Portier montre encore que chez les oiseaux, les canards en particulier, on ne trouve point de lactase, ni dans l'intestin ni dans le pancréas, à l'état normal, ce qui est conforme au régime alimentaire de ces animaux; mais si l'on nourrit pendant 25 jours de jeunes canards exclusivement de son et de sucre de lait, on trouve au bout de ce temps de la lactase dans leur intestin grêle; et, c'est là un exemple remarquable de l'adaptation des ferments digestifs au mode d'alimentation.

P. Portier a démontré, en collaboration avec H. Bierry, que l'inuline, chez les animaux soumis à l'alimentation convenable (topinambours) n'était pas digérée par le ferment spécial *inulase* rencontré chez les plantes, mais simplement par l'acide chlorhydrique du suc gastrique. — Les recherches *sur le sucre du sang et la glycolyse* (facilitées par un perfectionnement de la méthode du dosage du sucre du sang dû aux mêmes auteurs) ont montré que les sucres qui subissent la glycolyse sont précisément les sucres assimilables, glucose, lévulose, galactose, mannose, maltose; et que les sucres non assimilables directement ne subissent point la glycolyse (saccharose, lactose, sorbose, arabinose, xylose). — On doit à M. P. Portier de très curieuses recherches sur la *Physiologie des Insectes aquatiques*. Il a vu que certaines larves aquatiques, saisissant leur proie, y injectaient leurs sucs digestifs et n'avaient plus qu'à absorber le produit de cette digestion accomplie très rapidement en dehors de leur tube digestif. Il a également élucidé le mécanisme qui, chez les insectes vivant dans l'eau, s'oppose à la pénétration du liquide dans l'appareil stigmatique et, par conséquent, à l'asphyxie de l'animal. Le même physiologiste a, en cours de publication, un travail plein de faits suggestifs de premier ordre sur les *Champignons entomophytes* et sur la *Vie aseptique dans la nature*, où se trouve révélé un curieux phénomène de *symbiose à trois* (chenille xylophage, microcoque et conidie d'*Isaria*). D'autre part et inversement,

P. Portier nous montre que les chenilles mineuses vivent, en général, à l'état aseptique, dans la nature. Enfin, il convient de rappeler que la découverte de l'*anaphylaxie* a été faite en commun par MM. Ch. Richet et P. Portier.

Il s'agit là, on le voit, d'une œuvre considérable dont bien des fragments, considérés isolément, eussent mérité à M. **P. Portier** le prix Montyon que la Commission lui décerne tardivement.

Des *Mentions très honorables* sont accordées à :

M. **Max Kollmann**, préparateur au Muséum d'Histoire naturelle, pour l'ensemble de ses *travaux sur les Leucocytes*.

M. **Théodore Rosset**, directeur de l'Institut phonétique à l'Université de Grenoble, pour son travail intitulé : *Recherches expérimentales pour l'inscription de la voix parlée*.

M. **Jules Glover**, pour son Mémoire intitulé : *Physiologie de la voix. Recherches sur la réception des ondes vocales et applications. Dissociation auditive et graphique des timbres vocaux*.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX PHILIPEAUX.

(Commissaires : MM. Chauveau, Bouchard, d'Arsonval, Roux, Laveran, Henneguy; Dastre, rapporteur.)

Le prix est partagé entre : M. **Émile-F. Terroine**, maître de Conférences à l'École des Hautes Études au Collège de France, et M. **Marcel Lisbonne**.

Le travail présenté par M. **Terroine** consiste en une série de *Recherches sur les ferments du suc pancréatique*. M. Terroine nous a fait connaître, en premier lieu, les conditions d'action de *l'amylase* et de la *maltase*. Une première difficulté se présente : normalement, l'amylase pancréatique se trouve, dans l'intestin, en présence de la trypsine active du suc pancréatique. Or, dans ces conditions, si on les réalise *in vitro*, on constate que l'amylase est détruite par la trypsine, comme le serait une substance protéique. Son activité semble donc un paradoxe. Ce paradoxe a été éclairci par M. Terroine. Si, en effet, au lieu de laisser isolément, *in vitro*, l'amy-

lase en présence de la trypsine, on ajoute au mélange des substances albuminoïdes, l'action de la trypsine porte de préférence sur celles-ci et l'amylase est préservée. Il y a plus : l'action de l'amylase est considérablement renforcée. M. Terroine montre que ce renforcement est dû à l'action favorisante des acides aminés. Il a étudié spécialement, *in vitro*, cette activation amylasique par les acides aminés : il a vu qu'elle se traduit par une accélération du processus d'hydrolyse dont la vitesse est accrue dans la proportion de cinquante à un. Dans les conditions physiologiques, *in vivo*, l'amylase pancréatique mélangée à la trypsine rencontre précisément dans l'intestin, non seulement les matières protéiques qui la préservent, mais encore les acides aminés, démontrés par Abderhalden, qui la suractivent. Et ainsi, comprenons-nous mieux, grâce à M. Terroine, le mécanisme physiologique de la digestion réelle des matières amylacées.

En ce qui concerne la *maltase*, même progrès. On savait que l'amylase pancréatique conduisait l'amidon alimentaire jusqu'au stade *maltose*. Or, dans la digestion réelle, ce qui se forme, c'est du glucose; c'est du glucose qui est absorbé. On ignorait donc où et comment le maltose était conduit à l'état de glucose? On supposait que c'était grâce au suc intestinal et à un ferment, la *maltase*, qui y serait contenu. Une hypothèse indique une lacune : M. Terroine l'a comblée. Il a démontré l'existence de la *maltase* dans le suc pancréatique lui-même. Et c'est là une contribution heureuse qui complète l'histoire du suc pancréatique. Il suffit, pour mettre en évidence la maltase pancréatique, de neutraliser ou d'acidifier légèrement ce suc. C'est ce qu'on n'avait pas vu. Il faut, en effet, pour manifester l'existence de la maltase, que le milieu soit neutre ou légèrement acide. Or, dans les conditions naturelles, il en est ainsi dans le duodénum ; et, grâce à cela, la saccharification complète de l'amidon jusqu'au stade glucose est rendue possible.

Ces études très fines ont donc heureusement complété l'histoire de la digestion amylacée par le suc pancréatique et celle même de la constitution de ce suc.

M. Terroine n'a pas été moins heureux en ce qui concerne la digestion des matières albuminoïdes. On sait, en effet, que le suc pancréatique pur, naturel, n'exerce aucune action digestive sur les albumines proprement dites (Delezenne). On en concluait qu'avant d'être activé par la kinase étrangère, intestinale, ce suc naturel ne possédait aucune faculté protéolytique. La kinase n'augmentait donc point cette faculté (Pavlow); elle la créait (Delezenne). — Mais les faits contredisaient la généralité de cette affir-

mation. Ce qui était vrai pour les albumines proprement dites ne l'était pas pour les protéiques, en général. M. Terroine voit, en effet, que le suc pur, non activé, agit sur la caséine (confirmation de Bayliss et Starling), qu'il agit encore sur la gélatine, sur les acidalbumines, les alcali-albumines, les peptones, les peptides de synthèse, sans l'intervention d'aucune kinase. Au total, le suc pancréatique agit donc sur toutes les substances protéiques sur lesquelles il a à agir : il agit *indirectement*, c'est-à-dire avec le concours de la kinase, sur celles qui sont encore inattaquées (albumines); il agit directement, c'est-à-dire sans concours étranger, sur celles qui ont subi l'action du suc gastrique, à savoir celles que nous venons de nommer. L'action du suc pancréatique sur ces deux catégories de protéiques est due à deux ferments différents : le premier, la trypsine, contenue à l'état de protrypsine inactive dans le suc pancréatique pur, agit sur l'albumine après avoir été activée par la kinase; le second ferment, que M. Terroine a découvert dans le suc pancréatique pur, naturel, non encore kinasé, c'est l'*érepsine*, capable d'agir sur la catégorie de protéiques dont l'attaque a été déjà commencée, de quelque façon que ce soit, par le suc gastrique par exemple. L'érepsine est un élément du suc pancréatique : fait nouveau. M. Terroine a justifié cette vue en séparant par la dialyse contre l'eau distillée la protrypsine (qui est détruite) de l'érepsine qui subsiste. Ce sont donc là des lumières tout à fait essentielles sur la digestion des protéiques et sur la constitution du suc pancréatique.

Enfin, nous devons encore à M. Terroine des renseignements précieux sur la digestion pancréatique des graisses. Le suc pancréatique hydrolyse un grand nombre d'éthers proprement dits, d'éthers phénoliques et les graisses. Ce ne sont point des diastases particulières qui interviennent ici; c'est toujours la même lipase. M. Terroine en a étudié les circonstances d'action. Il a montré, en particulier, l'effet accélérateur sur l'activité lipasique de l'un des produits de la réaction, la glycérine.

En résumé, M. **Terroine** a indiqué l'existence dans le suc pancréatique de deux nouveaux constituants, l'amylase et l'érepsine, et résolu par là quelques-unes des difficultés et des contradictions qui subsistaient dans ce domaine de la Physiologie. C'est là une œuvre vraiment importante.

M. **Marcel Lisbonne** s'est fait remarquer pour une contribution intéressante à l'étude des conditions d'action des diastases, et spécialement du rôle des sels et de la réaction du milieu. Cette influence des sels a été beaucoup étudiée : elle a pour point de départ les recherches d'Arthus et Pagès en

1890; puis les études de Gabriel Bertrand et Mallèvre (1895-1897) qui ont appelé *co-ferments* les substances minérales collaboratrices des diastases. En 1906, MM. Bierry, Giaja et V. Henri ont vu que, en dialysant et redialysant le suc pancréatique contre l'eau distillée, il devient totalement inactif sur l'empois d'amidon et le glycogène et qu'on lui rend son pouvoir saccharifiant en lui rendant, en milieu neutre, des chlorures et bromures. Cette influence des chlorures a été confirmée par divers expérimentateurs et par M. Marcel Lisbonne (1911), en particulier. L'amidon et les amylases salivaire et pancréatique ne sont pas des substances pures. Il faut les déminéraliser complètement pour juger de ce que leur apportent les substances minérales. Ainsi purifiées, ces diastases sont inactives et les chlorures ont une action réactivante, à condition que le milieu soit absolument neutre. A l'action des chlorures M. Lisbonne ajoute l'action des phosphates que n'avaient pas apercue M. Bierry et ses collaborateurs. Mais cette action des phosphates ne se produit qu'autant qu'ils amènent, par leur mélange, une réaction amphothère du milieu; et ainsi l'on retombe sur le fait de Bierry.

D'autre part, le mode de fonctionnement des amylases végétales s'écartait de ce qui vient d'être dit pour les amylases animales; il semblait que la présence de chlorures ne fût pas nécessaire à l'activité de celles-ci. Et l'on était disposé à conclure à une différence de nature entre ces deux catégories d'agents. M. Marcel Lisbonne et son collaborateur M. Vulquin ont montré que cette distinction devait être effacée. Elle tient simplement à la difficulté de déminéraliser la macération végétale de malt. En employant un procédé plus parfait, la *dialyse électrique* de Dhéré et Gorgolewski (1910), M. Lisbonne montre que l'amylase du malt se comporte comme les amylases salivaire et pancréatique. Encore une fois l'origine animale ou végétale n'est pas un caractère différentiel; une fois de plus l'unité vitale de Claude Bernard se trouve vérifiée. Cette analyse délicate aboutit donc à un résultat intéressant pour la Science générale et ainsi se trouve justifiée la décision de la Commission académique, en ce qui concerne M. **Lisbonne.**

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

PRIX LA CAZE (Physiologie).

(Commissaires : MM. Chauveau, Bouchard, d'Arsonval, Roux, Laveran, Henneguy; Dastre, rapporteur.)

La Commission propose d'attribuer le prix La Caze à M. **E. Wertheimer**, professeur à la Faculté de Médecine de Lille.

L'œuvre scientifique de M. **Wertheimer** date de loin. Elle a commencé en 1876 par un travail sur la *douleur de la péricardite* qu'il présenta comme Thèse de Médecine et s'est continuée sans interruption jusqu'à cette année même (1912), où il a publié deux Mémoires intéressants : l'un, sur les *propriétés rythmiques et automatiques de la pointe du cœur sous l'influence du chlorure de baryum*, et l'autre, sur *quelques excitants de la sécrétion pancréatique*. Dans cette longue période de 36 années, ce savant a touché à bien des points de la Physiologie et produit bien des travaux dont quelques-uns seulement, parmi les plus importants, seront rappelés ici ; mais il importe de signaler que tous ont été exécutés avec une conscience scientifique parfaite, interprétés avec une prudence et une sûreté qui les ont mis à l'abri de la contradiction ou leur ont permis d'en triompher. M. E. Wertheimer s'est acquis par là, dans les milieux physiologiques, la réputation d'un excellent observateur, d'un excellent expérimentateur et d'un esprit très judicieux. M. E. Wertheimer appartient au haut enseignement: prosecteur d'Anatomie à la Faculté de Lille en 1878; chirurgien des hôpitaux au concours de 1882; il fut chargé du cours de Physiologie en 1883 et devint bientôt professeur dans cette chaire.

Parmi le grand nombre de faits nouveaux, dont on lui doit la connaissance nous en retiendrons trois groupes qui sont d'un intérêt plus général :

I. La première de ces études est relative à l'existence des *centres respiratoires de la moelle épinière*. Les expériences de Le Gallois, de Flourens et de leurs contemporains avaient mis en évidence l'existence du centre respiratoire bulbaire (nœud vital) ; elles avaient montré que la section de l'axe nerveux au-dessous de ce point abolissait les mouvements respiratoires et, avec eux, la vie elle-même. Brown-Sequard et Langendorff s'étaient inscrits contre l'irrévocabilité de cette conséquence de la section sous-bulbaire, et

avaient montré que dans certains cas, chez les animaux jeunes, la respiration peut continuer.

M. E. Wertheimer a tranché le débat d'une façon décisive. Il a montré dans deux Mémoires datés de 1886 et 1887, que les centres spinaux de la moelle cervicale (noyaux d'origine des nerfs du diaphragme), suffisent chez les Mammifères adultes à l'entretien des mouvements respiratoires, si on leur laisse le temps de revenir du choc opératoire que leur a fait subir la section de la moelle et de récupérer leur excitabilité ; c'est-à-dire si l'on pratique suffisamment longtemps l'insufflation pulmonaire, ou si l'on refroidit artificiellement les animaux avant de procéder à l'opération. Les centres phréniques de la moelle cervicale font donc partie du centre respiratoire et sont excitables, comme le centre bulbaire, par les alternatives de composition du sang périodiquement oxygéné et désoxygéné (*excitation automatique*).

La nouveauté de ces faits provoqua des discussions. Mais celles-ci aboutirent à leur vérification. Langendorff, dès 1887, avait écrit qu'il manquait la preuve de l'existence de *centres respiratoires spinaux à activité automatique* chez les animaux adultes, et il ajouta : « Un expérimentateur français, Wertheimer, vient de combler cette lacune de la façon la plus complète ». Brown-Sequard a fait, en 1890, une déclaration analogue attribuant un caractère décisif aux expériences de Wertheimer. Un peu plus tard, en 1891, dans les Mémoires de la Société de Biologie, M. Chauveau déclarait qu'il avait provoqué la respiration chez les chevaux à moelle coupée par l'excitation des branches perforantes des nerfs intercostaux, et il attribuait à une intervention de ce genre (excitation réflexe) « le rétablissement des mouvements respiratoires, après section de la moelle que plusieurs physiologistes, entre autres Brown-Sequard et Wertheimer, ont parfois observé chez le chien dans de certaines conditions ».

Ces recherches de Wertheimer lui valurent en 1890, le prix Montyon de Physiologie. Brown-Sequard, qui écrivit, à cette occasion, le Rapport sur les travaux de Wertheimer, ajoutait : « Les expériences qu'il a faites pour établir que la moelle cervicale possède cette fonction (de servir à la respiration) lui ont donné l'occasion de faire la découverte, extrêmement intéressante et absolument imprévue, que le trouble respiratoire, si curieux, que l'on appelle *phénomène de Cheyne-Stokes* ne dépend pas essentiellement du bulbe rachidien, comme on le croyait, puisque ce type particulier de la respiration se montre encore lorsque les mouvements thoraciques et diaphragmatiques sont uniquement sous l'influence de la moelle cervicale. »

II. Une seconde série de recherches est relative aux fonctions du foie et, particulièrement, à la fonction biliaire. Ici encore beaucoup de faits intéressants ont été signalés par Wertheimer. Il a montré, par exemple, que le foie (la cellule hépatique) jouit d'une aptitude particulière à extraire du sang les pigments qui y circulent. La plupart sont rejetés en nature avec la bile propre de l'animal ; par exemple, les pigments biliaires étrangers (biles de bœuf ou de mouton introduites dans le sang du chien) ; ou encore, l'hémoglobine mise en liberté en quantité surabondante par la destruction des globules rouges au moyen d'une substance toxique injectée à l'animal ; ou enfin les pigments végétaux conduits au foie par le sang de la veine porte.

C'est en utilisant les faits de ce genre (injection de pigment dans la veine porte du chien) que M. Wertheimer a fourni une démonstration décisive de la *circulation entéro-hépatique de la bile*, notion que Schiff avait introduite en Physiologie à l'état d'hypothèse.

III. Une troisième série d'études qui mérite de retenir l'attention, concerne le pancréas et le mécanisme de sa sécrétion.

La sécrétion du suc pancréatique se fait sous l'influence directe de la *sécrétine*. C'est là une découverte importante de la Physiologie contemporaine, parce que jusqu'à ce jour on avait été habitué à voir l'activité opportune des organes et celle des glandes, en particulier, provoquée par le système nerveux. Ici, pour le pancréas, l'activité est provoquée par un liquide, par la sécrétine, venue de l'intestin et amenée à l'organe par le sang. L'excitant au lieu d'être *nerveux* est *humoral* : c'est une *hormone*, c'est-à-dire le type d'une nouvelle catégorie d'excitants fonctionnels.

La découverte de la sécrétine est due aux physiologistes anglais Bayliss et Starling : elle a été préparée par E. Wertheimer. « La preuve que la sécrétine est réellement apportée par le sang à la glande a été fournie par E. Wertheimer », déclarent Bayliss et Starling, dans leur *Croonian Lecture*. Il est donc permis de dire que, si l'on a beaucoup publié en ces derniers temps sur la sécrétine, personne, parmi les physiologistes français, n'a une aussi belle part que Wertheimer dans cette question.

On imaginait, avant lui, que le centre nerveux qui présidait à la sécrétion du suc pancréatique résidait dans le pylore (Popielski). Mais Wertheimer a enlevé le pylore, il a détruit les ganglions abdominaux du sympathique; il a détruit la moelle, anesthésié profondément l'animal, administré des doses massives d'atropine, et constaté qu'après chacune de ces opérations l'intro-

duction du suc acide dans le duodénum provoque encore la sécrétion pancréatique, et, par conséquent, il a établi la doctrine humorale de l'excitation fonctionnelle du pancréas.

On voit, d'après cela, que l'ensemble de l'œuvre physiologique de M. **Wertheimer**, justifie la décision de la Commission académique d'attribuer à son auteur le prix La Caze.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX MARTIN-DAMOURETTE.

(Commissaires : MM. Chauveau, Bouchard, d'Arsonval, Roux, Laveran, Henneguy; Dastre, rapporteur.)

Le prix est attribué à M. **Maurice Arthus**.

Diverses parties de l'œuvre considérable de M. Arthus ont été déjà récompensées par l'Académie. Et toujours ce savant physiologiste y ajoute des études nouvelles. L'une des plus récentes est relative aux envenimations. C'est la série des Mémoires et Notes, récemment publiés par M. Arthus sur les venins, qui était aujourd'hui soumise au jugement de l'Académie, et qui vaut à son auteur le prix Martin-Damourette.

Nous en indiquerons les principaux résultats :

1° M. Arthus a rattaché l'intoxication par les venins à l'intoxication protéique. Il montre que les venins de serpents se comportent comme des *albumines toxiques*. Injectés dans l'organisme, ils y provoquent des accidents qui, à un degré plus ou moins marqué, reproduisent le tableau de l'empoisonnement protéique.

2° Un certain nombre de venins sont ainsi protéotoxiques. Mais à côté de ceux-là, il y en a d'autres qui, avec cette première toxicité, en cumulent une autre, spécifique celle-là, et qui peut masquer plus ou moins la première. Par exemple, le cobra et les espèces voisines produisent une sorte d'*empoisonnement curarique*. Rogers et d'autres avaient déjà signalé quelques traits de cette action curarique. M. Arthus, en rectifiant ces études antérieures et en les complétant, a donné la démonstration rigoureuse de cette importante vérité. Autre exemple : le bothrops et les espèces voisines ont une action coagulante due à la présence d'un *fibrin-ferment*.

3° M. Arthus a mis en lumière la spécificité des sérums antivenimeux.

Ces sérums ne neutralisent que les venins qui ont servi à les préparer, c'est-à-dire qui proviennent des chevaux qui ont été immunisés contre eux. Leur action sur les venins très analogues est le plus souvent nulle; lorsqu'elle existe, elle est très peu marquée. Cette spécificité était implicitement contestée par les expérimentateurs qui croyaient avoir obtenu des sérums polyvalents préparés avec un venin unique : il n'y a de sérums antivenimeux réellement polyvalents que si les chevaux qui les fournissent ont été préparés avec un mélange de venins. Sur ce point de la spécificité, M. Arthus a heureusement complété les démonstrations antérieures.

Enfin, les venins et les sérums antivenimeux correspondants sont de précieux instruments d'étude pour la physiologie générale des toxines et des antitoxines. M. **Arthus** a démontré que le sérum anticobraïque agit sur le venin de cobra alors même que celui-ci a été fixé sur les éléments sensibles à son action. La neutralisation du venin par l'antivenin, qui d'ailleurs se fait en dehors de toute intervention d'élément vivant, est un phénomène instantané.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX LALLEMAND.

(Commissaires : MM. Bouchard, d'Arsonval, Roux, Laveran, Dastre, Henneguy; Chauveau, Perrier, rapporteurs.)

Le prix est partagé entre :

MM. **Gabriel Petit**, professeur à l'École nationale vétérinaire d'Alfort, et **Léon Marchand**, médecin en chef de la Maison nationale de Charenton, d'une part;

M. **Giuseppe Sterzi**, professeur à l'Institut anatomique de l'Université de Padoue, d'autre part.

Une *Mention très honorable* est accordée à M. **J. de Goyon**, médecin-major de 2e classe des troupes coloniales au 1er régiment d'artillerie, à Rochefort-sur-Mer, pour son travail : *Sur la conduction sensitive dans la moelle épinière*.

Rapport de M. **Chauveau.**

MM. **Gabriel Petit** et **Léon Marchand** présentent un volumineux ensemble de recherches originales très intéressantes, anatomiques et cliniques, *Sur la pathologie comparée du système nerveux*.

Deux exemples suffiront pour en faire apprécier la signification et l'importance.

MM. Gabriel Petit et Léon Marchand ont découvert, chez le chien, la *paralysie générale*, que l'on considérait comme l'apanage exclusif de l'espèce humaine.

Le rapporteur assistait dernièrement, aux côtés d'hommes particulièrement compétents, à une démonstration publique, où l'un des auteurs, M. Petit, exposait la confrontation des symptômes et des lésions d'un de leurs sujets. C'était un cas tout à fait typique. Tous les assistants ont été également frappés de la netteté et de la grande portée de ce fait nouveau.

Il se produisait, en effet, au moment où l'on se demandait s'il pouvait exister, chez l'homme, d'autres paralysies générales que celles qui sont d'origine syphilitique. Or, le chien est rebelle à l'évolution du virus de la syphilis. Inutile d'insister sur la conclusion qui s'impose.

L'idiotie du chien a fourni aux auteurs l'occasion de faire la même confrontation démonstrative entre les symptômes et les lésions cérébrales.

Ce sont là des contributions de grande valeur dont l'étude des troubles démentiels, chez l'homme, pourra tirer grand parti.

Rapport de M. **Edmond Perrier.**

Votre Commission propose d'attribuer la moitié du prix Lallemand, destiné à récompenser ou encourager les travaux relatifs au système nerveux, dans la plus large acception du mot, à M. **Giuseppe Sterzi**, professeur à l'Université de Padoue, pour son grand travail sur le système nerveux des Vertébrés.

Si les dispositions du système nerveux sont bien connues aujourd'hui dans ce qu'elles ont de directement observable, c'est-à-dire au point de vue de l'Anatomie pure, de l'Histologie, et même au point de vue embryogénique, grâce à d'innombrables travaux de la plus haute valeur, le point de départ, la raison d'être, les causes déterminantes de nombreuses dispositions sont demeurées obscures, faute d'une coordination rigoureuse des faits connus, d'un enchaînement étroit de ces faits permettant d'utiliser les

plus simples pour l'explication des plus complexes et d'arriver ainsi à une intelligence nette de la structure et des fonctions des diverses parties du système central nerveux de l'Homme, système nerveux qui est le seul de ses systèmes organiques dans lequel s'accuse, d'une façon incontestable, sa supériorité sur le reste du règne animal. Il était désirable que cette coordination fût l'œuvre d'un seul homme ayant scruté par lui-même tous les détails de l'organisation et du développement du système nerveux dans les différents groupes de Vertébrés. C'est là un travail auquel la vie entière d'un anatomiste suffira à peine, et l'on doit être reconnaissant à M. Sterzi d'avoir eu le courage de l'attaquer résolument. Il compte, semble-t-il, lui donner une ampleur tout à fait digne du sujet et promettre une longue série de Mémoires.

Deux seulement ont paru : l'un, en 1907, sur le système nerveux des Poissons Cyclostomes; l'autre, en 1909, exclusivement consacré à l'anatomie du système nerveux des Sélaciens; mais le premier de ces Mémoires est un gros volume de 731 pages, contenant 194 figures; l'autre, un Volume de 975 pages avec 385 figures dans le texte. M. Sterzi se propose de s'élever ainsi jusqu'à l'Homme, qui est le but définitif de ses efforts. Le chemin est assez long, d'autant plus qu'il n'est pas direct; les Poissons osseux semblent un retour en arrière par rapport aux Sélaciens, les Reptiles et les Oiseaux présentent avec les Mammifères des ressemblances de parallélisme plutôt que de filiation, et c'est d'un arbre aux ramifications touffues se terminant isolément et dont une seule arrive jusqu'à lui que l'Homme se dégage. Faire le tri de ce qui est dans le système nerveux central de l'Homme l'héritage de ses ancêtres et de ce qui est simple similitude résultant de causes analogues ayant exercé, d'une manière indépendante, leur action sur un fond originel commun, sera une œuvre difficile et longue. M. Sterzi en a jeté, d'une manière brillante, les fondements, et si l'on s'en tient au libellé du sujet du prix destiné à encourager des travaux de longue haleine aussi bien qu'à récompenser des œuvres définitives, les recherches si patientes et si bien conduites de M. Sterzi méritent, d'une indiscutable façon, la récompense que nous proposons pour elles.

Les conclusions de ces Rapports sont adoptées par l'Académie.

PRIX POURAT.

(Commissaires : MM. Bouchard, d'Arsonval, Roux, Laveran, Dastre, Henneguy; Chauveau, rapporteur.)

Question posée: *Apporter des documents nouveaux sur l'utilisation et l'assimilation des albumines de la ration alimentaire.*

Le prix est décerné à M. F. **Maignon**, professeur de Physiologie à l'École nationale vétérinaire de Lyon.

Il a concentré son attention sur l'albumine pure qui constitue le blanc d'œuf.

M. Maignon a pu constater que cette substance, administrée seule, n'est pas plus que la gélatine, expérimentée par Magendie, capable d'entretenir la vie des sujets qui s'en nourrissent. Les chiens, les rats blancs, soumis à ce régime, perdent constamment de leur poids, comme s'ils étaient tenus en état d'inanition et meurent au bout d'un temps plus ou moins long.

Mais si l'albumine ingérée est accompagnée d'une certaine quantité de graisse, les sujets d'expérience s'entretiennent parfaitement.

Les expériences de M. Maignon ont été extrêmement multipliées et instituées dans des conditions irréprochables, qui donnent à leurs résultats autant de sûreté que de précision.

Ces expériences constituent donc un document nouveau de grande importance, pour l'éclaircissement des nombreuses questions de détail dont la solution reste encore en souffrance dans la détermination du rôle des albuminoïdes de la ration alimentaire.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

STATISTIQUE.

PRIX MONTYON (Statistique).

(Commissaires : MM. de Freycinet, Haton de la Goupillière, Darboux, Carnot, Alfred Picard, le Prince Roland Bonaparte et Léon Labbé.)

Rapport d'ensemble de M. **de Freycinet.**

Neuf Ouvrages ont été envoyés à l'Académie pour le concours du prix de Statistique, savoir :

Études sur la paralysie générale et le tabès, 1 fasc. in-12, par MM. **Paul Spillmann** et **Maurice Perrin**;

Nouveaux fondements de la théorie de la Statistique, 1 fasc. in-8 et analyse, manuscrit de 4 pages, par M. **Casimir Maciejewski**;

Statistique sanitaire des villes de France, période 1901-1905; *Décès suivant l'âge et la cause*, 1 fasc. in-4, par MM. **Paul Roux** et **Henri Reynier**;

Étude statistique sur les cas de cancer traités à l'hôpital Tenon pendant la période 1901-1906, manuscrit de 79 feuilles et 2 planches, par MM. **E. Janselme** et **A. Barbé**;

L'application de la loi du 15 février 1902 *sur la protection de la santé publique dans le département de la Gironde*, manuscrit de 332 feuilles, nombreuses planches, par MM. **Ginestoux** et **E. Vinturoux**;

Statistique microscopique de l'air, de l'eau et du sol de la ville de Troyes, manuscrit de 134 feuilles, par M. **Broquin-Lacombe**;

Essai d'ajustement des Tables de mortalité du Comité des Compagnies françaises d'assurances sur la vie, Mémoire de 100 feuilles, par M. **Henri Auterbe**;

Recherches statistiques sur la morti-natalité dans les villes de France, par M. **Chambrelent**;

Un coup d'œil sur nos finances départementales et communales, 1 fasc. in-8; *Les subventions de l'État et la mesure de leur effet utile*, 1 fasc. in-4; *Les voies ferrées d'intérêt local et l'intervention financière de l'État*, manuscrit de 22 feuilles, et analyse, par M. **Louis de Goy.**

La Commission s'est trouvée saisie, en outre, d'une œuvre considérable,

portant sur les matières économiques et financières, mais qui, en raison de sa nature, a paru sortir du cadre de la Statistique, telle que la Commission est habituée à l'envisager pour l'attribution du prix. Elle pense que cet important travail, dont elle s'est plu à reconnaître l'ampleur et la variété, serait mieux placé sous les yeux de l'Académie des Sciences morales et politiques, qui ne manquerait pas de lui accorder l'attention que méritent le sujet et la personnalité de l'auteur.

Tous les travaux énumérés ci-dessus présentent un sérieux intérêt. La Commission, obligée de choisir, s'est particulièrement arrêtée aux quatre suivants, qu'elle propose de récompenser :

I. *Essai d'ajustement des Tables de mortalité*, par M. **Henri Auterbe** : un prix de *huit cents francs*, d'après le rapport ci-joint de M. Darboux;

II. *Un coup d'œil sur nos finances départementales et communales*, par M. **Louis de Goy** : un prix de *six cents francs*, d'après le Rapport ci-joint de M. Alfred Picard;

III. *Étude statistique sur les cas de cancer*, par MM. **Janselme** et **Barbé** : une mention de *trois cents francs*, d'après le Rapport ci-joint de M. Léon Labbé;

IV. *Statistique microscopique de l'air*, par M. **Broquin Lacombe** : une mention de *trois cents francs*, d'après le Rapport ci-joint de M. Carnot.

Telles sont les conclusions que la Commission soumet à la sanction de l'Académie.

Rapport de M. **Darboux** *sur le Mémoire de* M. Henri Auterbe.

Ce travail a pour titre général : *Essais d'ajustement des Tables de mortalité du Comité des Compagnies françaises d'assurances sur la vie*.

L'ajustement, c'est la représentation des résultats numériques d'une Table de mortalité par une formule plus ou moins analogue à la loi bien connue de Makeham.

Comme les Tables étrangères, les Tables publiées en 1900 par le Comité des Compagnies françaises d'assurances font la distinction des sexes, et le nombre des observations qu'elles contiennent permet d'aborder avec fruit le problème de l'ajustement.

Dans l'étude de ce problème, l'auteur fait preuve à la fois de connaissances théoriques et pratiques qui donnent une réelle valeur à son travail.

Ce travail est tout à fait digne d'être retenu par l'Académie.

Rapport de M. **Alfred Picard** *sur les divers travaux présentés par* M. Louis de Goy.

M. **Louis de Goy**, sous-chef de bureau au Ministère des Finances, candidat au prix Montyon de Statistique (1912), présente deux brochures imprimées et un manuscrit.

Les deux brochures ont pour titre, l'une *Un coup d'œil sur nos finances départementales et communales* (1910), l'autre *Les subventions de l'État et la mesure de leur effet utile au point de vue départemental* (1912).

Le manuscrit est consacré à une étude sur *Les voies ferrées d'intérêt local et l'intervention financière de l'État.*

Chaque année, le public suit avec une vive attention les débats relatifs au budget de l'État. Mais ce budget ne mesure qu'une partie de l'effort contributif du pays. Un puissant intérêt s'attache également aux budgets des départements et des communes. L'examen de la situation des finances départementales et communales fait l'objet de la première brochure produite par M. de Goy.

En ce qui concerne les départements, l'auteur dégage des statistiques du Ministère de l'Intérieur plusieurs faits importants. Les dépenses suivent une progression continue : dès 1905, leur total dépassait 360 millions. Bien qu'à peu près général, l'accroissement absolu ou proportionnel varie d'un département à l'autre dans des limites très étendues. On constate entre les budgets des divers départements de larges inégalités, souvent difficiles à expliquer; on remarque aussi des oscillations annuelles d'une grande amplitude, dues aux dépenses facultatives et exceptionnelles.

Au premier abord, les recettes paraissent laisser des excédents relativement élevés. Il y a là un mirage plus qu'une réalité, car les ressources comprennent le produit des emprunts, et la dette, en augmentation rapide, atteignait 910 millions au 31 décembre 1908. M. de Goy fait observer, à propos des subventions du Trésor, que, pour beaucoup de départements, les impôts d'État servant à les alimenter représentent une somme égale ou supérieure aux allocations; il reproche, d'ailleurs, aux subventions de pousser les conseils généraux à la dépense et, par suite, à l'élévation de l'impôt départemental. L'auteur signale aussi la marche ascendante du nombre des centimes départementaux; dans certains départements, l'accroissement est énorme.

En ce qui concerne les communes, M. de Goy montre les lacunes des statistiques officielles. Par des supputations approximatives, il arrive pour les dépenses de 1907 à 1368 millions et pour les recettes à 1399 millions. Au 31 décembre de la même année, la dette était de 4166 millions; elle avait augmenté de près de 1 milliard depuis 1890. Comme pour les départements, la charge des budgets s'alourdit continuellement. En dépit du courant d'opinion et des mesures législatives, les perceptions des octrois ne diminuent pas. Les centimes additionnels aux contributions directes se multiplient et leur nombre devient absolument excessif dans des milliers de localités; l'arrêt qu'accuse aujourd'hui le mouvement de progression tient à la répartition entre les communes des sommes rendues disponibles par la suppression du budget des cultes; il a un caractère purement temporaire.

Dans l'ensemble, les habitants de nombreuses localités ont à payer, sous forme de centimes additionnels, cinq fois, dix fois, douze fois plus que le principal, c'est-à-dire que la somme prélevée au profit de l'État. Ils subissent ainsi une véritable expropriation de la terre et du capital. L'auteur juge indispensable d'assigner une limite rigoureuse à l'impôt local. Suivant lui, la compression des budgets pourrait se réaliser par la réduction des dépenses facultatives et même par celle des dépenses obligatoires, qui ne devraient jamais excéder les forces contributives des départements et des communes; dans le cas de nécessité impérieuse, l'État fournirait un appoint.

La seconde brochure contient des indications et des appréciations fort intéressantes sur les subventions de l'État aux départements. Ces subventions ont été de 33 millions de francs environ en 1906, de 58800000fr en 1907, de 94700000fr en 1911. Elles peuvent se diviser en plusieurs catégories : secours d'ordre général et sans affectation particulière; subsides spécialisés à une dépense facultative, telle que celle des chemins de fer d'intérêt local; subventions ne constituant, comme celles qui sont afférentes aux services d'assistance, que la compensation de charges obligatoires imposées par la loi ou même le remboursement d'avances faites pour le compte de l'État.

M. de Goy étudie un spécimen de chacune des deux premières catégories : 1° subventions d'ordre général prévues par l'article 58, paragraphe 7, de la loi du 10 août 1871; 2° subventions spécialement affectées aux chemins de fer d'intérêt local.

Aucun principe directeur ne semble avoir présidé à la répartition des subsides d'ordre général qui sont attribués aux départements en conformité de la loi du 10 août 1871 et dont le montant annuel est actuellement de 3682000^{fr}. M. de Goy en donne le Tableau détaillé. Après avoir rappelé que toute subvention accordée à un département équivaut pour lui à la dispense de percevoir sur son territoire le nombre de centimes nécessaires à l'encaissement d'une recette de pareille somme, il formule et justifie les propositions suivantes :

1° La constitution des ressources au moyen desquelles l'État distribue les subventions prévues par l'article 58 de la loi du 10 août 1871 impose à l'ensemble des contribuables le paiement des 87 centièmes d'un centime additionnel aux contributions directes;

2° Pour les départements subventionnés, la mesure de l'effet utile des subventions est la différence entre le nombre de centimes additionnels que représente le subside alloué et 0^{fr},0087;

3° Sur 51 départements subventionnés, 35 seulement recueillent quelque avantage. Cet avantage se chiffre par 2836000^{fr}; il a comme contre-partie une surcharge égale pour les autres départements;

4° Dans ces conditions, le rendement du système n'est en rapport ni avec l'importance de l'effort financier accompli, ni, sans doute, avec les idées accréditées sur ses mérites.

L'auteur développe des considérations du même ordre pour les subventions affectées aux chemins de fer d'intérêt local en vertu de la loi du 11 juin 1880. Ici, les subsides accordés en 1907 ont atteint 9781000^{fr}; la formation du fonds nécessaire à leur allocation a représenté un accroissement d'impôts directs de 2,31 pour 100. L'effet utile, pour les départements subventionnés, avait comme mesure la différence entre le nombre de centimes additionnels que représentait le subside alloué et 0^{fr},0231. Sur 64 départements dotés de subventions, 19 sont restés en perte; le profit net des 45 autres n'a pas dépassé 4519000^{fr}, somme payée par les 42 départements qui ne recevaient pas de subsides ou qui ne bénéficiaient que de faibles subventions. M. de Goy fait, du reste, remarquer que théoriquement la fixation par la loi d'un maximum unique par département pour les subventions du Trésor favorise les départements pauvres, la participation de ces départements au fonds général étant peu élevée, mais que, dans la pratique, les départements riches peuvent seuls étendre leur réseau et demander un large concours à l'État.

Généralisant ses déductions pour tous les subsides donnés aux départements et ayant le caractère d'un secours plutôt que celui du remboursement d'une avance ou du paiement d'un service fait au lieu et place du pouvoir central, l'auteur conclut ainsi : « Tantôt s'annihilant mutuellement et tantôt s'ajoutant les unes aux autres, ces subventions ne fournissent dans leur ensemble qu'un effet utile bien inférieur à celui qu'un examen moins approfondi pourrait faire attribuer à l'effort financier caractérisé par le chiffre brut des crédits ouverts. »

L'étude des subventions accordées aux communes par l'État ou par les départements mènerait à une conclusion identique. Aussi M. de Goy recommande-t-il une extrême réserve dans l'application du système des subventions ne se rattachant à aucun objet déterminé ou ayant pour but des services et des travaux d'une nature essentiellement facultative. Les allocations de ce genre ont contre elles, soit leur inefficacité, soit les vices de leur incidence, soit l'obscurité qu'elles jettent sur les finances publiques, soit l'arbitraire de leur répartition.

Le projet de loi sur les voies ferrées d'intérêt local adopté le 24 mars 1910 par la Chambre des députés et présenté sans changement à l'approbation du Sénat par la Commission des chemins de fer de la Haute Assemblée apporte de nombreuses modifications à la loi du 11 juin 1880, notamment en ce qui touche les subventions de l'État. Aux multiples maxima actuels par entreprise et au maximum uniforme par département, il substitue un barême déterminé en fonction : 1° des charges annuelles totales assumées par le département ou la commune pour la construction de l'ensemble de ses voies ferrées d'intérêt local ; 2° de la valeur du centime départemental par kilomètre carré. La participation proportionnelle du Trésor diminue quand les charges locales augmentent et croît au contraire quand la valeur du centime s'abaisse. En aucun cas, la subvention ne peut contribuer à couvrir les insuffisances de l'exploitation.

M. de Goy montre d'abord que les dispositions nouvelles réduisent le maximum général susceptible d'être atteint par les subventions de l'État.

Puis il reprend les considérations développées dans sa seconde brochure sur l'effet utile des subventions et les applique à deux hypothèses : celle où tous les départements recevraient sous le régime actuel le maximum légal de 800000^{fr} ; celle de l'attribution, sous le régime nouveau, du maximum variable, mais toujours moindre, résultant du barême. L'auteur déduit de ses calculs que le régime proposé laisse encore à désirer au point de vue de la justice distributive. Ce régime a d'ailleurs le défaut

de ne tenir compte ni de la superficie des départements (en raison de laquelle devrait varier la limite des subsides), ni de la diversité des conditions topographiques et par suite du prix kilométrique d'établissement, ni de l'importance des lignes d'intérêt local déjà construites sous le régime de la loi de 1865, ni de celle des chemins de fer d'intérêt général qui traversent le département. Si le maximum prévu en faveur des départements les moins riches est un peu supérieur à celui que le projet assigne aux autres départements, il ne pourra jamais être atteint, car les sacrifices locaux seraient absolument excessifs.

Après avoir ainsi étudié les deux législations dans l'hypothèse de l'attribution des subventions maxima, l'auteur examine l'effet utile des subsides réellement accordés en 1907. Il calcule par département les allocations auxquelles eût conduit, pendant la même année, le nouveau régime; ces allocations eussent été notablement plus élevées. L'adoption du projet augmentera le concours du Trésor durant un certain temps, puis le réduira à mesure qu'on approchera du maximum légal.

Certaines dispositions transitoires inscrites au projet semblent prêter à des combinaisons peu admissibles.

En définitive, des critiques formulées par lui, M. de Goy conclut à l'impossibilité de méconnaître certaines lois économiques « qui, excluant comme irréalisable tout rêve de régime égalitaire, veulent que l'outillage de chaque région soit en rapport avec la situation des lieux, leur population et leur richesse acquise ou présumée ».

Les deux brochures et le manuscrit qui viennent d'être sommairement analysés représentent le fruit de recherches laborieuses et de longues réflexions. Ils montrent chez leur auteur une large érudition financière, beaucoup de sagacité dans la critique, l'habitude de manier les statistiques et de les scruter pour en dégager la philosophie. Aussi la Commission a-t-elle cru devoir récompenser et encourager M. **Louis de Goy** par l'attribution d'un prix de *six cents francs*.

Rapport de M. **Labbé**.

Statistique sur les cas de cancer traités à Tenon de 1901 *à* 1906 (six ans), par MM. Jeanselme et Barbé.

Travail très bien fait, très consciencieux renfermant tout ce que peut renfermer un travail de pareil genre.

Les auteurs remarquent que le cancer est deux fois plus fréquent chez la femme que chez l'homme : beaucoup plus fréquent aux organes génitaux qu'ailleurs. Ils n'ont rien noté qui permette de croire à une sorte d'endémie cancéreuse ou à l'existence de foyers urbains cancéreux.

Rapport de M. **A. Carnot.**

Statistique microscopique de l'air, de l'eau et du sol de la ville de Troyes, par M. Broquin-Lacombe.

Ce Mémoire fait suite à un essai sur la statistique démographique du même auteur sur l'hygiène de la ville de Troyes, en 1909. Il est constitué en majeure partie, par une série de Tableaux statistiques, dans lesquels M. **Broquin-Lacombe** a groupé les résultats des analyses faites par lui, chaque semaine, sur l'air et sur l'eau d'alimentation de la ville de Troyes, et par les observations de l'auteur. Il y a ajouté dans un dernier Chapitre des analyses sur le sol pris à différentes profondeurs.

Air. — L'auteur s'est d'abord attaché à déterminer la méthode d'analyse microscopique de l'air et le milieu de culture des microorganismes, qui lui ont paru convenir le mieux au point de vue de l'hygiène; il a pu ensuite établir ses Tableaux d'une manière toujours bien comparable, soit par semaine, soit par mois ou par année.

Sans entrer dans le détail des observations particulièrement applicables à la ville de Troyes, nous pouvons remarquer que les résultats de ces analyses et observations viennent à l'appui des principes généraux qui résultent des connaissances bactériologiques.

M. Broquin a constaté, pour la ville de Troyes, que le nombre des germes est à son maximum en été et présente son minimum dans la période d'hiver.

La pluie exerce une influence très sensible. Cette influence s'est d'ailleurs particulièrement accusée pendant les années pluvieuses de 1909 et 1910, où le nombre de bactéries a été très faible, tandis que, ensuite, l'été chaud et sec de 1911 a donné lieu à une éclosion bactérienne extraordinaire.

M. Broquin n'a trouvé aucun microbe pathogène dans l'atmosphère de la rue sur laquelle s'ouvre les fenêtres du Bureau d'hygiène, ni dans celles de la cour intérieure de l'immeuble, malgré la tranquillité relative de l'air dans cette dernière. Cette absence de microorganismes dangereux s'explique, d'après lui, par l'assainissement qu'ont dû produire, sur les pous-

sières de l'air, la lumière solaire et la lumière diffuse, l'oxygène de l'air, la dessiccation, les changements de température, etc., dont l'influence est particulièrement grande sur les microcoques, bien plus que sur les autres germes microbiens.

Les atmosphères confinées peuvent malheureusement contenir beaucoup de microbes pathogènes; c'est ce dont s'est assuré M. Broquin en constatant dans une chambre louée en garni, mal aérée et mal éclairée, une quantité énorme de germes, atteignant le nombre de 144000 par mètre cube d'air, et parmi eux il a pu reconnaître la présence de bacilles de Koch et de plusieurs variétés de microcoques dangereux. Au contraire, dans les logements bien éclairés et bien aérés, il n'a que rarement découvert des microbes pathogènes, et seulement en petit nombre. Ces observations confirment une fois de plus le bien-fondé des conclusions générales admises par tous les hygiénistes, à savoir : qu'il importe de donner aux habitations le plus possible d'air et de lumière.

Eau. — La ville de Troyes est alimentée en eau potable par un aqueduc dont le débit est considérable : 250^{l} par habitant et par jour. Cette eau est fournie par les sources de Morres et de Servigny, situées à 143^{km} et à 160^{km} de distance de la ville, sur une même conduite.

M. Broquin a fait, pendant les trois années 1909-1911 l'analyse hebdomadaire de l'eau arrivant au robinet du branchement particulier du Bureau d'hygiène. Il y a appliqué les mêmes méthodes que pour l'air et il a fait la numération, en milieu gélatinisé, entre 20° et 22°, des colonies développées pendant une durée de 15 jours.

Il poursuivait, en outre, la recherche spéciale du bacille typhique et du colibacille dans un milieu peptonisé et phéniqué. Il a aussi cherché les bactéries putrides fécaloïdes, comme constituant un renseignement important sur la pollution des eaux.

Il a signalé que, malgré les travaux considérables faits par la ville de Troyes pour obtenir une grande quantité d'eau pure et saine, il restait encore à prendre des mesures importantes pour la protéger d'une façon complète soit contre la pénétration des eaux superficielles suivant les diaclases du sous-sol calcaire, soit contre leur infiltration dans les regards de l'aqueduc s'il venait à se produire des inondations comme celles de 1910. A cette époque la numération des microbes a montré à M. Broquin une augmentation graduelle pendant les derniers mois de 1909 et, tout à coup, une véritable débâcle à la date du 22 janvier 1910.

Il a étudié et proposé l'exécution d'améliorations diverses, pour éloigner des sources les habitations, les fumiers et même les cultures risquant de les souiller, en même temps que pour protéger les regards de la conduite contre des infiltrations en temps d'inondation.

Sol. — M. Broquin a appliqué les mêmes méthodes de culture et de numération des microbes (mais en ajoutant une spécification importante sur leur nature) aux eaux obtenues en agitant dans de l'eau stérilisée 1^g de terre recueillie soit à la surface, soit à des profondeurs croissantes dans le sol. Des expériences semblables ont été faites en deux endroits différents sur le sol du Bureau d'hygiène et sur le sol de la place de la Préfecture.

Nous nous bornerons à dire que le nombre des germes, par gramme de terre, s'élève à 6 ou 7 millions à la surface, mais diminue rapidement en profondeur pour n'être plus que de quelques milliers à 2^m de la surface. Ce nombre varie, d'ailleurs, un peu suivant que le temps est sec ou pluvieux.

Les moisissures, organismes supérieurs par rapport aux bactéries, tendent à disparaître à partir de 1^m. Les anaérobies diminuent aussi, mais moins rapidement que les bactéries et surtout que les moisissures.

Les saisons paraissent avoir une influence marquée : le minimum des germes se rencontre en hiver et le maximum au printemps ou en été. Une température un peu élevée est, en effet, favorable à leur multiplication; mais l'action solaire joue à leur égard un rôle destructeur.

Les espèces microbiennes sont extrêmement nombreuses; la plupart n'ont pas été identifiées; mais, à côté des espèces saprogènes, ont été reconnues quelques espèces pathogènes; notamment la bactérie tétanique et le vibrion septique se sont trouvés dans toutes les analyses; au contraire, la bactérie charbonneuse, ni le bacille d'Éberth n'ont jamais été rencontrés.

La Commission, après lecture du rapport qui précède, estimant que le Mémoire de M. **Broquin-Lacombe**, fruit d'un travail personnel considérable, aboutit à des conclusions fort intéressantes, propose à l'Académie des Sciences de lui attribuer la moitié du montant de la mention honorable du prix Montyon de Statistique.

L'Académie adopte les conclusions de ces Rapports.

HISTOIRE DES SCIENCES.

PRIX BINOUX.

(Commissaires : MM. Ph. van Tieghem, Grandidier, Poincaré, Émile Picard, Guyou, Bouvier; Gaston Darboux, rapporteur.)

Le prix, d'une valeur de *deux mille francs*, est décerné à M. **J.-L. Heiberg**, professeur à l'Université de Copenhague, pour ses travaux relatifs à l'*Histoire des Mathématiques anciennes*, et plus particulièrement pour ses travaux sur le *Traité de la méthode d'Archimède*.

Un prix de *mille francs*, prélevé sur les arrérages de la fondation, est décerné à M. **Marcel Landrieux** pour son important Volume sur *La Vie et l'Œuvre de Lamarck*.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

PRIX GÉNÉRAUX.

MÉDAILLE ARAGO.

(Commissaires : MM. Guyon, Darboux, Ph. van Tieghem; Lippmann, rapporteur.)

La médaille Arago est décernée au Prince **Roland Bonaparte**.

(Voir page 1197 du Tome 154 des *Comptes rendus*.)

MÉDAILLE BERTHELOT.

(Commissaires : MM. Gabriel Lippmann, Guyon, Gaston Darboux, Ph. van Tieghem.)

Sur la proposition de son Bureau, l'Académie décerne des médailles Berthelot aux lauréats des prix de Chimie, qui ne l'ont pas encore obtenue : MM. **Bourquelot**, **Paul Adam**, Mme **Ramart-Lucas**, MM. **Clausmann**, **Ostwald**.

PRIX GEGNER.

(Commissaires : MM. Gabriel Lippmann, Guyon, Ph. van Tieghem, Émile Picard, Zeiller; Gaston Darboux, rapporteur.)

Ce prix, d'une valeur de *trois mille huit cents francs*, est porté pour cette année à *quatre mille francs*. Le prix est attribué à M. **J.-H. Fabre**, Correspondant de l'Académie.

PRIX LANNELONGUE.

(Commissaires : MM. Gabriel Lippmann, Guyon, Ph. van Tieghem, Emile Picard, Zeiller; Darboux, rapporteur.)

Les arrérages de cette Fondation, due à la libéralité de feu M. le professeur Lannelongue, Membre de l'Institut, sont partagés entre Mme **Cusco** et Mme **Rück**.

PRIX GUSTAVE ROUX.

(Commissaires : MM. Lippmann, Guyon, Ph. van Tieghem, Émile Picard, Zeiller; Gaston Darboux, rapporteur.)

Ce nouveau prix *annuel*, d'une valeur de *mille francs*, fondé par Mme Vve Gustave Roux, en souvenir de son mari, est destiné à récompenser un jeune savant français dont les travaux auront paru remarquables à l'Académie. En aucun cas le prix ne pourra être divisé.

Le prix est décerné à M. **Armand Billard**, agrégé, docteur ès Sciences

naturelles, préparateur à la Faculté des Sciences de Paris, pour ses travaux sur les animaux de la classe des *Hydroïdes*.

Conformément aux clauses de la donation, le titulaire devra, dans le mois qui suivra l'attribution du prix, aller visiter, au cimetière du Montparnasse, la tombe de M. Gustave Roux.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX TRÉMONT.

(Commissaires : MM. Gabriel Lippmann, Guyon, Ph. van Tieghem, Émile Picard, Zeiller; Gaston Darboux, rapporteur.)

Le prix est attribué à M. **Charles Frémont**.

PRIX WILDE.

(Commissaires : MM. Darboux, Lippmann, Émile Picard, Violle, Lemoine, Baillaud; Ph. van Tieghem, rapporteur.)

Le Prix Wilde est décerné à M. le commandant **Ferrié**.

Pour l'ensemble de ses travaux, le développement qu'il a donné en France à la télégraphie sans fil, et la part qu'il a prise, comme correspondant du Bureau des Longitudes, dans l'organisation de la Conférence internationale de l'Heure, dont il a été le Secrétaire général.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX LONCHAMPT.

(Commissaires : MM. Bouchard, Roux, Prillieux, Laveran, Dastre, Mangin; Guignard, rapporteur.)

La question des bactéries dénitrifiantes, depuis les premières recherches de M. Schlœsing, en 1869, a toujours préoccupé les bactériologistes et les agronomes. Le nombre considérable de travaux qu'elle a suscités en France, et surtout à l'étranger, donne la mesure des difficultés qu'elle soulève. Ce qui frappe le plus quand on parcourt les Mémoires publiés sur

ce sujet, c'est la multiplicité et la diversité des théories émises pour exprimer le mécanisme de la dénitrification, en même temps que le défaut général de méthode chez la plupart des expérimentateurs.

C'est à M. **Grimbert** que revient le mérite d'avoir, le premier, jeté un peu de lumière dans ce chaos, en établissant, par des expériences précises, l'existence de deux catégories de bacilles dénitrifiants : d'une part, les *bacilles dénitrifiants vrais*, tels que le Bacille pyocyanique, qui sont capables de détruire les nitrates et de dégager de l'azote en présence d'eau peptonée à 1 pour 100; d'autre part, les *bacilles dénitrifiants indirects*, tels que le Colibacille et le Bacille d'Éberth qui sont incapables de détruire les nitrates en eau peptonée, mais qui donnent, en culture dans le bouillon ou l'extrait de viande, de l'azote et de l'acide carbonique. Comme, dans le cas de ces derniers, la dénitrification ne se produit qu'en présence du bouillon lui-même ou de son extrait, M. Grimbert pensa que les corps aminés ou amidés, qui existent toujours dans ce milieu, intervenaient dans la dénitrification. Grâce à la production d'acides aux dépens de certaines substances du bouillon, l'acide nitreux formé par les bactéries réagirait sur les corps amidés en les décomposant, tout en se détruisant lui-même; il en résulterait un dégagement d'azote toujours supérieur au moins *du double* à celui qui correspondrait à l'azotate détruit.

Cette explication, si simple et si claire, du mécanisme de la dénitrification, n'était pas une pure hypothèse, car elle s'appuyait sur des analyses répétées et bien conduites; elle aurait dû ouvrir les yeux des nombreux chercheurs penchés sur la question. Il n'en a rien été et la bataille a continué autour de théories hasardées jusqu'au jour où M. Grimbert, revenant sur ses premières expériences, établit un nouveau plan de recherches et en confia l'exécution à l'un de ses élèves, M. **Bagros**. Il s'agissait de substituer au bouillon de viande des substances moins complexes et chimiquement définies et de déterminer le rôle joué par les hydrates de carbone comme source probable de l'acidité nécessaire à la réaction.

M. Bagros a donc employé, comme source de corps aminés ou amidés, divers composés tels que le glycocolle, la leucine, la tyrosine, l'asparagine, l'alanine, la créatine, etc., auxquels il ajoutait des substances comme la glycérine, le glucose, etc., susceptibles de fermenter sous l'action des microbes et de fournir à ceux-ci, en quantité suffisante, des composés carbonés directement assimilables, sans lesquels les microbes dénitrifiants ne pourraient exercer leur action.

Ces expériences ont confirmé la théorie de M. Grimbert et fourni en

outre un certain nombre de résultats intéressants pour la connaissance de la biologie des microbes dénitrifiants indirects. Les données essentielles acquises aujourd'hui sur ce sujet peuvent être résumées de la façon suivante : 1° tandis que le Bacille pyocyanique, microbe dénitrifiant direct, dégage un volume d'azote égal à celui qui entre dans la composition du nitrate détruit, le volume d'azote dégagé par le Colibacille ou le Bacille d'Éberth, dans un milieu nitraté, est toujours supérieur au moins du double à celui qui correspond au nitrate détruit, d'où il ressort que l'azote dégagé dans ce second cas ne provient pas exclusivement des nitrates; 2° le pouvoir dénitrifiant de ces microbes est en relation directe avec la présence de matériaux amidés ou aminés, et il semble résulter de l'action secondaire exercée sur eux par l'acide nitreux formé par les bactéries; 3° la présence de nitrite n'entrave nullement les fonctions du Colibacille et du Bacille d'Éberth; 4° pour que ces deux microbes soient capables de décomposer les nitrates, il faut que le milieu contienne à la fois une substance aminée ou amidée et un aliment carboné fermentescible; 5° la dénitrification indirecte réalisée par ces bactéries comporte deux phases distinctes : dans la première, le nitrate est réduit en nitrite par les bactéries, phénomène purement biologique; dans la seconde, le nitrite formé, se trouvant en présence de matériaux amidés ou aminés, est détruit par suite de la production d'un acide provenant de la fermentation de l'aliment carboné, d'où mise en liberté d'azote et d'acide carbonique, tandis que l'acide se combine à l'alcali du nitrite.

Enfin, l'auteur a pu constater aussi, dans ses expériences, que, contrairement à diverses opinions antérieures, le Colibacille n'a pas besoin de vivre en symbiose avec d'autres bactéries pour décomposer les nitrates. L'hydrogène ne joue aucun rôle dans la réduction de ces composés, car il n'a pu être mis en évidence dans les expériences précédentes; quant à l'acide carbonique, il ne peut, en aucun cas, déplacer l'acide nitreux, ni, à plus forte raison, l'acide nitrique de ses combinaisons.

Le travail de M. Bagros, exécuté avec beaucoup de soin et de précision, apporte donc aux observations de M. Grimbert une confirmation décisive; grâce à lui, la question si controversée du mécanisme de la dénitrification peut être considérée comme résolue.

Parmi les travaux soumis par M. **Jules Wolff** à l'appréciation de la Commission, celle-ci a retenu ceux qui se rapportent à la reproduction artificielle des phénomènes oxydasiques par les composés colloïdaux du fer.

On sait que le fer, comme le manganèse, joue un rôle important dans la végétation et qu'avec son aide il est possible de combattre efficacement la chlorose des plantes; cependant, les sels communs de ce métal ne produisent pas, *in vitro*, les mêmes réactions que le manganèse; le sulfate ferreux est bien capable de bleuir la teinture de gaïac déjà oxydée par le vieillissement, mais il n'agit pas sur l'hydroquinone, le gaïacol ni le pyrogallol.

M. J. Wolff a reconnu que le ferrocyanure de fer, à l'état colloïdal et à dose même très faible, moins de 10^{mg} par litre, réalise, au contraire, une véritable diastase artificielle dont la puissance et les propriétés générales ne le cèdent en rien à celles des catalyseurs naturels. C'est surtout des peroxydases qu'il se rapproche davantage, et c'est ainsi qu'on le voit, en présence d'eau oxygénée, produire l'oxydation rapide de l'hydroquinone en donnant, comme les peroxydases végétales, une abondante cristallisation de quinhydrone.

D'ailleurs, le ferrocyanure de fer colloïdal est sensible à l'influence d'un excès de peroxyde d'hydrogène, qui produit un effet toxique analogue à celui qui a été signalé par MM. Bach et Chodat dans le cas des peroxydases agissant sur le pyrogallol.

Pour des doses faibles, le volume d'oxygène fixé est proportionnel à la quantité de catalyseur et à celle du peroxyde d'hydrogène employé : c'est la loi fondamentale des actions diastasiques. Un excès d'un sel de fer ou de cuivre soluble gêne considérablement la réaction; les sels de manganèse sont plutôt favorables, le phosphate neutre de soude est nettement activant, le phosphate monosodique empêchant, toujours comme avec les peroxydases naturelles.

Il y a plus : M. Wolff a fait voir que, en présence d'une trace d'ammoniaque ou dans tout milieu franchement alcalin, l'eau calcaire étant pour cela parfaitement suffisante, le ferrocyanure ferreux agit comme une oxydase ordinaire; à la dilution de $\frac{1}{1000000}$, il donne lieu, quand on l'agite avec une solution saturée d'hydroquinone, à une formation rapide de quinhydrone.

Les sels de manganèse à acide faible qui, d'après M. G. Bertrand, fonctionnent comme oxydase vis-à-vis du même réactif, voient leur activité s'accroître jusqu'à devenir double quand on les additionne de $\frac{1}{100}$ de leur poids de ferrocyanure de fer. En un mot, ce colloïde minéral possède toutes les propriétés qu'on a coutume d'attribuer aux diastases oxydantes naturelles; son action est à rapprocher de celle des composés manganeux,

et le mérite de M. Wolff a été de mettre en lumière une influence qu'on soupçonnait depuis longtemps sans parvenir à en connaître la nature : à savoir l'influence du fer et de la forme de ses composés actifs sur un phénomène qui intéresse à la fois la physiologie et la pathologie végétales. Au point de vue théorique pur, c'est en même temps un grand pas de fait dans le domaine des actions diastasiques, si mal connu encore aujourd'hui.

Le travail de M. Wolff nous montre une fois de plus combien peuvent être considérables les actions catalytiques exercées par les substances minérales sur le chimisme vital; quoique de découverte récente, leur intervention, qui s'étend déjà à un certain nombre de corps dont l'importance à cet égard était jusqu'alors insoupçonnée, est pour la biologie générale d'un haut intérêt.

Pour récompenser les travaux méritoires dont nous venons de rendre compte, votre Commission vous propose de partager le prix Lonchampt entre leurs auteurs, en attribuant *deux mille francs* à M. **Grimbert**, *mille francs* à M. **Bagros** et *mille francs* à M. **Jules Wolff.**

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX SAINTOUR.

(Commissaires : MM. Ph. van Tieghem, Armand Gautier, Müntz, Roux, Bouvier, Maquenne ; Guignard, rapporteur.)

M. **Maurice Langeron** a entrepris, sur la flore de l'Éocène ancien de Sézanne, une série de recherches, qu'il a poursuivies pendant plusieurs années en étudiant les types, demeurés inédits, de cette flore que lui ont offerts les collections du Muséum d'Histoire naturelle de Paris; il a pu ainsi compléter dans une large mesure les connaissances résultant du travail classique du marquis de Saporta. Il n'a pas relevé moins de 38 espèces nouvelles, dont plusieurs appartiennent à des genres nouveaux de Fougères, de Dioscorées, de Lauracées, d'Euphorbiacées, de Malvoïdées, d'Anacardiacées, etc. Envisagée dans son ensemble, cette flore apparaît comme un mélange de formes tropicales ou subtropicales et de formes tempérées, et l'une des constatations les plus intéressantes faites par M. Langeron a été celle de l'existence, parmi ces dernières, d'espèces assimilables déjà à des espèces vivantes, des Érables notamment, tels que *Acer lætum* et *A. Pseudoplatanus*.

Il s'est attaché, d'autre part, à se rendre compte du rôle joué par les Algues dans la formation de ces tufs de Sézanne pour laquelle on avait mis en avant l'idée d'Algues incrustantes. L'étude comparative qu'il a faite, avec un soin tout particulier, des tufs qui se forment aujourd'hui sur différents points, de ceux notamment de Baume-les-Messieurs, dans le Jura, lui a permis d'établir que la flore algologique de Sézanne n'avait compris que des Algues perforantes, appartenant à divers groupes (Rivulariées, Oscillariées, Batrachospermées, Chlorosporées), à l'exclusion d'Algues incrustantes; mais, tout en travaillant à carier les tufs déjà formés, ces Algues perforantes n'en ont pas moins contribué, dans une très large mesure, à la formation du travertin, en fixant l'acide carbonique des eaux et provoquant ainsi le dépôt des sels calcaires. Il a montré en même temps que les galeries sinueuses qui perforent ces tufs étaient l'œuvre de larves d'insectes, de Diptères vraisemblablement, qui vivaient au milieu des dites Algues.

Enfin, M. Langeron a fait connaître récemment l'existence à Passignac, dans les Charentes, d'une flore identique à celle de Sézanne, qui était restée jusqu'ici sans similiaire immédiate. L'étude d'une série d'échantillons, recueillis dans cette localité par M. de Grossouvre, ingénieur en chef des Mines, et constitués par des travertins à empreintes végétales singulièrement pareils à ceux de Sézanne, lui a permis d'y reconnaître les types les plus caractéristiques de ce dernier gisement, qui n'avaient encore été rencontrés nulle part ailleurs, *Marchantia*, *Alsophila*, *Sterculia*, etc., accompagnés de quelques autres formes, soit également paléocènes, soit oligocènes ou même miocènes. Il a, en outre, reconnu deux espèces nouvelles de *Dioscorea* et *Magnolia* affines à des espèces subtropicales actuelles. Les tufs de Passignac sont donc nettement contemporains de ceux de Sézanne et se sont certainement formés dans des conditions identiques.

Par cet ensemble de travaux, M. Maurice Langeron a enrichi très heureusement nos connaissances sur la flore éocène de la France.

Un travail d'un tout autre genre a été soumis en même temps que le précédent à l'appréciation de la Commission : il s'agit d'un Ouvrage publié par M. Will Darvillé sous le titre suivant : *L'Eau à la ville, à la campagne et dans la maison*.

L'emploi de l'eau dans l'alimentation et dans l'économie domestique est une des questions qui tiennent la première place dans les préoccupations des hygiénistes. L'adduction et la distribution des eaux potables, l'évacuation

des eaux usées sont, en effet, les facteurs principaux de la salubrité des villages. Les publications techniques sur ces sujets ne se comptent plus, mais beaucoup moins nombreux sont les Ouvrages où, tout en s'appuyant sur des données scientifiques bien établies, les auteurs visent surtout à faire connaître au public les multiples applications qui en découlent. C'est à ce dernier point de vue que s'est placé M. Will Darvillé dans les quarante Chapitres dont se compose son Ouvrage.

Prenant des exemples d'installations qui peuvent servir de modèles, il s'efforce de mettre à la portée de tout le monde les problèmes relatifs au captage et à la distribution des eaux destinées à l'usage des grandes ou des petites agglomérations; puis il expose ce qui est nécessaire à la maison d'habitation à la ville et à la campagne. Des Chapitres intéressants sont consacrés à des cas spéciaux, tels que ceux des casernes, hôpitaux, écoles, usines, etc.; d'autres à la filtration, à l'épuration et à la stérilisation par divers procédés. L'évacuation des eaux usées avec les méthodes de perfectionnement dont elle a été l'objet, les systèmes d'égouts et de vidange, sans compter beaucoup d'autres questions d'un grand intérêt, trouvent place dans cet Ouvrage de vulgarisation, où de nombreuses figures éclairent les descriptions présentées avec ordre et méthode par l'auteur.

Les travaux dont il vient d'être question ayant paru dignes d'une récompense, la Commission décide de décerner le prix Saintour, avec 2000^{fr} à M. **Maurice Langeron**, et une mention, avec 1000^{fr} à M. **Will Darvillé**.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX BORDIN (Sciences naturelles).

(Commissaires : MM. Perrier, Guignard, Delage, Bouvier, Henneguy, Mangin; Labbé, rapporteur.)

Question posée : *Recherche sur le déterminisme de la sexualité chez les êtres vivants.*

Le prix n'est pas décerné.

Un encouragement de *deux mille francs* est accordé à M. **R. Robinson**, pour un travail intitulé : *Contribution à l'étude du déterminisme de la sexualité chez quelques Mammifères.*

La Commission du Prix Bordin, tout en réservant expressément son

opinion sur les résultats présentés par M. **Robinson**, lesquels exigent, encore, pour être acceptés, des expériences beaucoup plus nombreuses et plus nettement démonstratives, est d'avis de lui accorder un *encouragement de deux mille francs* pour lui permettre de continuer des recherches qui présentent un véritable intérêt.

L'Académie adopte la conclusion de ce Rapport.

PRIX HOULLEVIGUE.

(Commissaires : MM. Darboux, Lippmann, Armand Gautier, Perrier, Deslandres; Émile Picard et Violle, rapporteurs.)

Un prix de *trois mille francs* est décerné à M. **Henri Lebesgue**, maître de conférences à la Faculté des Sciences de Paris.

Un prix de *deux mille francs* est décerné à M. **Raveau.**

Rapport sur les travaux de M. Henri Lebesgue, par M. **Émile Picard.**

M. **Henri Lebesgue**, maître de conférences à la Sorbonne, a conquis de bonne heure une grande notoriété par ses travaux sur les intégrales définies. On sait que Riemann a envisagé la notion d'intégrale définie, qui est la base du calcul intégral, sous une forme très générale. Il ne semblait pas que l'on pût aller plus loin. Il n'en était rien, comme l'a montré M. Lebesgue dans un travail d'un intérêt capital. La notion de fonction *sommable*, qu'il a introduite dans la Science, est plus générale que celle de fonction *intégrable* de Riemann, au moins pour les fonctions bornées, et la comprend comme cas particulier. C'est là une découverte considérable qui classait de suite son auteur parmi les véritables inventeurs [1]. Une conséquence fondamentale de la notion généralisée de l'intégrale est que toute fonction bornée sommable est la dérivée de son intégrale indéfinie, sauf peut-être pour un ensemble de points de mesure nulle.

Les notions d'aire et de longueur ont occupé longtemps M. Lebesgue, et

(1) Il serait injuste de ne pas rappeler que les travaux antérieurs de M. Jordan et de M. Borel sur les ensembles ont joué un rôle dans la genèse des idées de M. Lebesgue. On doit joindre à ces travaux le Mémoire classique sur *Les fontions discontinues*, publié en 1875 par M. Darboux, quoique celui-ci se place au point de vue de Riemann.

il est encore arrivé ici à des résultats de la plus haute importance. Au point de vue extrêmement général où se place l'auteur, les énoncés ont parfois une forme très différente de celle qu'on rencontre dans la géométrie classique des surfaces; ainsi, il existe des surfaces applicables sur le plan qui ne sont pas réglées. Les vues de M. Lebesgue ont aussi conduit à envisager sous un nouveau jour la théorie des surfaces minima, et la façon dont il étudie le célèbre problème de Plateau doit être rappelée. Pour une courbe fermée C, il existe une surface passant par C et ayant pour aire la plus petite limite des aires des surfaces polyédrales dont les frontières tendent vers C. Cette surface ne satisfait pas nécessairement à l'équation classique des surfaces minima, mais elle n'en constitue pas moins une solution du problème du minimum.

Les travaux de M. Lebesgue sur les intégrales renouvelaient en quelque sorte les bases du calcul intégral, mais on pouvait craindre que ces spéculations, d'un si grand intérêt théorique, restassent sans applications dans les problèmes usuels de l'Analyse mathématique. M. Lebesgue s'est chargé d'abord lui-même de montrer que ces craintes n'étaient pas fondées. Une théorie classique en Analyse et en Physique mathématique, celle des séries de Fourier, a fait l'objet de ses recherches, et les idées nouvelles ont montré leur fécondité. L'emploi de l'intégration des fonctions sommables, surtout par les formes de raisonnement qu'il suggère, loin de conduire à des complications nouvelles, permet d'apporter d'heureuses simplifications à la théorie ordinaire. M. Lebesgue obtient un critère de convergence qui contient tous les critères connus. On lui doit aussi la démonstration de ce théorème que toutes les séries trigonométriques qui convergent vers une fonction bornée rentrent dans la classe des séries de Fourier, les coefficients de ces séries étant des intégrales au sens généralisé du mot, et non nécessairement des intégrales au sens de Riemann. Signalons encore un fait remarquable découvert par M. Lebesgue. Du Bois-Reymond avait prouvé qu'il existe des fonctions continues dont la série de Fourier diverge; M. Lebesgue a montré qu'il existe des fonctions continues dont la série de Fourier est partout convergente mais ne converge pas uniformément. L'existence de ces cas singuliers est rattachée par M. Lebesgue à un fait général concernant les intégrales dites *singulières*, dont il a fait une étude approfondie.

Entre temps, les idées de M. Lebesgue se répandaient, et de nombreux Mémoires, dus à des géomètres français et étrangers, venaient de plus en plus montrer leur intérêt. On pourrait citer notamment des théorèmes extrêmement importants sur les séries de fonctions orthogonales, dont

l'origine est dans telle ou telle proposition de M. Lebesgue. C'est que celui-ci, en dehors des résultats remarquables qui lui sont dus, a introduit dans la théorie des fonctions de variables réelles des habitudes de pensée qui n'ont pas été moins utiles pour le développement de cette partie de l'Analyse.

Je pourrais m'arrêter encore sur les travaux de M. Lebesgue concernant le principe de Dirichlet, dont un des résultats les plus saillants est que les conditions de possibilité du problème de Dirichlet pour l'espace à trois dimensions sont beaucoup plus étroites que pour le plan. Ses études sur les fonctions représentables analytiquement et sur l'*analysis situs*, remplies de vues originales et profondes, mériteraient aussi d'être rappelées, mais je dois me borner. J'en ai dit assez, je pense, pour montrer combien M. **H. Lebesgue** est digne de recevoir la portion du prix Houllevigue que la Commission est unanime à lui attribuer.

Rapport sur les travaux de M. Raveau, par M. **J. Violle.**

M. **Raveau** a étudié avec une rare sagacité plusieurs questions délicates de l'Optique.

Il a d'abord poursuivi l'examen de la visibilité et de l'orientation des franges d'interférence, si heureusement inaugurée par Macé de Lépinay et Ch. Fabry. Considérant les rayons lumineux mêmes, il a montré que le cas singulier signalé par les auteurs est celui où un rayon unique, dédoublé par l'appareil interférentiel, engendre deux rayons qui peuvent se recouper au delà de l'appareil. Puis, il s'est attaché au cas, en quelque sorte inverse, où deux rayons, émanant d'un même point lumineux, se confondent dans le champ pour donner des franges assimilables, en première approximation, à des ellipses ou des hyperboles, dont les axes varient suivant la même loi que les diamètres des anneaux de Newton. Tout appareil interférentiel qui présente un plan de symétrie et dans lequel un rayon, contenu dans ce plan, est réellement dédoublé par une des surfaces qu'il rencontre, peut présenter ces franges singulières. Ainsi s'expliquent de la façon la plus simple les anneaux elliptiques qu'on peut observer sur les miroirs de Jamin.

Il s'est proposé aussi de rechercher et d'étudier systématiquement les singularités des franges des lames cristallines à faces parallèles. Je ne citerai qu'un résultat de ce travail difficile. En inclinant convenablement une lame de gypse sur l'axe du microscope polarisant, on voit apparaître une large

frange, qui présente cette circonstance curieuse que la différence de marche n'y est pas un multiple exact de la demi-longueur d'onde; elle dépend de l'épaisseur de la lame et elle constitue un maximum par rapport aux points voisins de part et d'autre.

Notons encore qu'il a donné pour la première fois la loi générale des franges au voisinage d'un axe de cristal biaxe. Il l'a d'abord obtenue en utilisant la surface des indices à la représentation simple et rigoureuse des différences de marche introduites par une lame cristalline. Puis, il a déduit cette même loi de la répartition des rayons lumineux autour du cylindre issu du cône de réfraction conique intérieur : la forme des anneaux est celle de la section droite de ce cylindre ayant tourné de 90° dans son plan.

Voilà certes une belle moisson. Nous en trouverons une aussi abondante dans le champ de la physique moléculaire, où M. Raveau a fait preuve des mêmes qualités de recherche et d'invention.

Il a établi l'avantage, bien reconnu aujourd'hui, qu'offrent les courbes logarithmiques, relativement à la vérification graphique du théorème des états correspondants, suivant la méthode de M. Amagat.

En étudiant les adiabatiques d'un système de liquide et de vapeur, il a précisé les notions relatives à la chaleur spécifique des fluides saturés, en montrant que cette quantité est infinie et positive pour le liquide, infinie et négative pour la vapeur, au voisinage du point critique.

De l'inégalité générale, par laquelle il avait exprimé les conséquences du principe de Carnot relatives à un système pouvant être le siège de modifications intérieures, il a déduit l'ensemble des conditions nécessaires et suffisantes à la stabilité de l'équilibre, et il a tiré deux formes intéressantes de la loi de l'isoéquilibre, due à M. Le Chatelier. La même méthode lui a permis de faire apparaître, comme conséquence nécessaire du principe de Carnot, le sens de l'action de masse, qui n'était encore fixé par aucune règle bien définie.

Je dois signaler particulièrement le Mémoire de M. Raveau touchant la règle des phases, découverte par Gibbs. Cette règle n'est, en aucune façon, une conséquence du principe de Carnot. Elle suppose qu'à une température et sous une pression données, la composition des différentes parties homogènes est déterminée entièrement par la composition globale du système. C'est là une condition de technique, condition qui peut être ou n'être pas réalisée. Quand elle l'est, la règle des phases s'impose, ainsi que cela résulte du système d'équations du premier degré, exprimant les conditions nécessaires et suffisantes pour que l'introduction de nouvelles quantités de

matière dans un système n'entraîne pas mathématiquement une variation de constitution des différentes parties homogènes.

En présence de toutes ces recherches, qui attestent également l'érudition sûre, la curiosité attentive, la rigueur féconde de leur auteur, votre Commission vous propose de décerner à M. **Raveau** un prix de *deux mille francs*.

L'Académie adopte les conclusions de ces Rapports.

PRIX CAMÉRÉ.

(Commissaires : MM. Léauté, Humbert, Vieille, Le Chatelier, Carpentier, Lecornu; Alfred Picard, rapporteur.)

Le prix biennal de *quatre mille francs*, fondé par Mme veuve Caméré, pour perpétuer la mémoire de son mari, inspecteur général des Ponts et Chaussées, est destiné à récompenser un ingénieur français, ayant personnellement conçu, étudié et réalisé un travail quelconque dont l'usage aura constitué un progrès dans l'art de construire.

Ce prix a été décerné pour la première fois en 1910. La Commission est d'avis de l'attribuer, en 1912, à l'œuvre de M. **Gisclard**, ingénieur civil, ancien chef de bataillon du Génie, et plus spécialement à son système de pont suspendu rigide.

Le commandant Gisclard, sorti de l'École Polytechnique en 1864, se distingua par de brillants faits d'armes sur les champs de bataille de Villersexel, d'Héricourt et de La Cluse, pendant la guerre de 1870-1871. Après avoir dignement poursuivi sa carrière militaire jusqu'en 1896, il rentra volontairement dans la vie civile, afin de pouvoir se consacrer d'une manière plus complète à des études depuis longtemps entreprises et relatives à divers types de ponts.

Dès 1891, la *Revue du Génie militaire* avait publié un Mémoire du commandant Gisclard intitulé : *Sur un nouveau type de ferme parabolique applicable à la construction des ponts métalliques à voie en-dessus*. Ce Mémoire contenait une discussion du mérite et des défauts que présentaient les poutres armées et les poutres réticulées, puis indiquait une solution préférable, offrant de nombreux avantages et surtout satisfaisant à deux conditions essentielles : invariabilité du sens des efforts pour toutes les parties de l'ouvrage; développement graduel et progressif de ces efforts

sous l'influence des charges roulantes. L'auteur faisait preuve d'une haute valeur comme géomètre et comme constructeur.

Une brochure de 1893 traitait des *Ponts militaires mixtes en bois et fer pour le franchissement des cours d'eau en pays de montagne et le rétablissement des arches de pont détruites*. Le commandant Gisclard déterminait avec beaucoup de clairvoyance les règles les meilleures et les plus pratiques d'établissement de ces ouvrages. Il préconisait, pour la partie métallique, un large emploi des câbles, qui se recommandent au point de vue de la sécurité, de la légèreté et de la souplesse.

A la même époque paraissait, dans la *Revue du Génie militaire*, une Note *Sur un nouveau système de pont roulant à entraînement rapide pour docks, ateliers ou arsenaux*. Le principe du mécanisme de l'appareil construit d'après les plans du commandant Gisclard résidait principalement dans une application nouvelle du procédé de guidage funiculaire utilisé pour les anciens métiers mull-jenny.

Trois ans plus tard, un article de la *Revue du Génie militaire* décrivait et justifiait une combinaison ingénieuse de *Ponts flottants articulés pour faciliter les opérations militaires le long des fleuves*. Les procédés usuels de nos pontonniers militaires ne sont pas d'invention récente, car ils paraissent remonter au règne de Sémiramis. Invoquant les leçons du passé et notamment celles des guerres du premier Empire, les plaintes réitérées de Napoléon Ier et certains exemples de l'étranger, le commandant Gisclard conseillait un matériel spécial de ponts flottants, formés à l'avance par tronçons et susceptibles d'une installation extrêmement rapide.

En 1896 également, la *Revue du Génie militaire* faisait connaître un *Dispositif funiculaire pour ponts de guerre ou de colonisation*. Les ponts suspendus, si utiles pour la traversée des vallées profondes ou pour la réparation des brèches créées dans les ouvrages d'art élevés, ont été abandonnés par l'autorité militaire, en raison de leurs déformations et de leurs oscillations lors du passage des charges roulantes. Des essais commencés à Satory, en 1886, et continués à Grenoble, amenèrent le commandant Gisclard à proposer un type de fermes indéformables et librement dilatables : dans ce type, quelles que fussent les variations de longueur dues aux changements de température ou au travail élastique développé dans les différentes parties de la construction, celles-ci ne subissaient jamais d'autres tensions ou compressions que celles qui résultaient de la répartition statique des efforts et qui étaient engendrées par les seules forces extérieures.

Reprenant la question dans le *Génie civil* (1896), sous le titre *Nouveaux*

types de ponts suspendus rigides, le commandant Gisclard exposait plusieurs systèmes de fermes funiculaires indéformables et librement dilatables : système rayonnant; système réticulaire; systèmes mixtes. Il montrait, d'ailleurs, comment certaines modifications, applicables à tous ces systèmes, permettaient de réaliser une notable économie de matière pour les câbles, en ne rendant la construction indéformable que dans les limites de variation des charges accidentelles.

Le commandant Gisclard, rendu à la vie civile, allait voir s'élargir la carrière ouverte à son activité créatrice.

Avant tout, il devait vulgariser ses idées et ses découvertes parmi les ingénieurs de l'État. Tel fut le but de deux Notes *Sur un nouveau type de pont suspendu rigide*, insérées aux *Annales des Ponts et Chaussées* (1899 et 1900).

Bientôt s'ouvrait l'ère des applications. La Société du Haut-Ogooué (Congo français) s'était imposé, pour ses travaux de ponts, le programme suivant :

1° Franchir d'un seul jet les petits et moyens cours d'eau afin d'éviter l'emploi de piles ou palées intermédiaires qui, en temps de crues, ne pourraient résister à la violence des courants et entraveraient d'ailleurs le libre passage des arbres déracinés et entraînés par les eaux d'inondation;

2° Recourir à un mode de construction économique, c'est-à-dire utiliser les bois trouvés sur place, ou ne les employer que sous forme de pièces grossièrement équarries;

3° Adopter une disposition permettant d'enlever et de remplacer complètement tous les bois de la construction sans compromettre la stabilité du pont, afin de pouvoir les renouveler facilement au fur et à mesure de leur destruction par les termites;

4° Ne former la partie métallique que de pièces susceptibles de se décomposer elles-mêmes en éléments de dimensions réduites et de poids inférieur à 30^{kg} (y compris le poids de l'emballage), ce poids devant être considéré comme la charge limite à imposer au porteur nègre dans les transports;

5° Établir tous les ponts d'après un type général uniforme donnant lieu, pour chaque ouvrage, à un montage facile et n'exigeant, par conséquent, l'emploi d'aucun ouvrier d'art européen.

Ce programme, difficile et rigoureux, fut réalisé, grâce au système de pont suspendu rigide Gisclard, avec le concours d'un éminent spécialiste, M. Arnodin.

Le nouveau type de pont reçut sa consécration suprême par l'établissement d'un magnifique ouvrage sur le chemin de fer électrique transpyrénéen de la Cerdagne; M. Arnodin a rendu compte de ce travail dans une Note que j'ai présentée à l'Académie des Sciences, le 7 novembre 1910.

Jusqu'ici, il n'existait de jonction par voie ferrée entre la France et l'Espagne qu'aux deux extrémités de la chaîne des Pyrénées. A la suite de longues et laborieuses études, les Pouvoirs publics ont décidé la création de plusieurs lignes transpyrénéennes. Ces lignes présentent un tracé fort accidenté. L'une d'elles, celle de la Cerdagne, allant de Villefranche à Bourg-Madame, franchit en rampe de $\frac{6}{100}$, au lieudit *La Cassagne*, une gorge profonde où coule la Têt et dans laquelle soufflent des tempêtes d'une extrême violence.

La largeur du ravin au niveau du chemin de fer, soit à 80^m environ de hauteur moyenne au-dessus du lit de la Têt, atteint 253^m. Elle est franchie par un pont Gisclard à trois travées, dont une travée centrale de 156^m et deux travées latérales de 39^m, ainsi que par une travée fixe complémentaire de 19^m, du côté de Bourg-Madame. Une dénivellation de $15^m,18$ existe entre les deux extrémités du pont. Les appuis limitant la travée centrale sont formés de piles en maçonnerie d'une hauteur moyenne de 31^m, que surmontent des pylônes métalliques de 29^m.

Du sommet de chaque pylône, ou plutôt d'un chariot de dilatation qui y est posé, des haubans dirigés les uns vers la travée de rive, les autres vers la travée centrale. Ces haubans, analogues à ceux des transbordeurs Arnodin, s'attachent, dans chacune des travées, sur un goujon d'articulation commun à un câble antagoniste et aux tiges verticales supportant le tablier.

Le câble principal de la travée centrale, au lieu d'avoir ses attaches fixées à la tête des pylônes et son point le plus bas au milieu de la travée, comme dans les ponts suspendus ordinaires, a son point le plus élevé au sommet de l'un des pylônes et son point le plus bas près de l'autre pylône, auquel, d'ailleurs, il n'est pas relié; il se croise, au centre de la travée, avec un câble antagoniste symétrique, auquel il se relie par articulation. Par suite de sa liberté, la travée est rigide sans surtension possible du fait des changements de température, et le bilan des forces élastiques s'établit par des opérations de statique élémentaire.

Trois articulations étant ménagées dans l'axe et sur les chariots de dilatation, le polygone des tensions, correspondant à une combinaison quelconque de charges, est un polygone funiculaire passant par ces trois articulations. Les côtés extrêmes du polygone donnent les efforts exercés sur les

chariots et le côté médian les actions mutuelles des deux demi-travées; les autres côtés fournissent respectivement les résultantes des tensions dans les diverses sections de l'ouvrage. Si l'on fait une section près de l'articulation médiane, on ne coupe que deux éléments de câble, le hauban arrivant au nœud central et le tronçon du câble principal issu de ce nœud; il suffit de décomposer, suivant leur direction, la force donnée par le polygone de tension, pour avoir les forces élastiques auxquelles ils sont soumis. On a ainsi le moyen de vérifier s'ils ne supportent que des tensions, sous l'influence de la charge permanente unie à toutes les combinaisons possibles de surcharges. En faisant de même des sections de proche en proche, on peut étendre successivement la vérification à tous les haubans et à tous les tronçons du câble polygonal.

Dans les travées de rive, les haubans s'attachent également à un câble qui pourrait être polygonal, mais qui est, en fait, rectiligne et parallèle au tablier, et qui a son extrémité libre du côté du pylône.

Un tracé convenable des polygones formés par les extrémités inférieures des haubans assure la permanence du travail à la traction.

Ainsi se trouvent réalisées les deux caractéristiques essentielles du système Gisclard : 1° rigidité, mais indéformabilité des fermes; 2° dispositions telles que les membrures principales ne travaillent jamais dans des sens alternés, c'est-à-dire tantôt à l'extension, tantôt à la compression.

Il y a avantage à ce que les haubans restent sensiblement rectilignes. Dans ce but, on les soutient, suivant un procédé déjà employé à Prague, par la suspension Ordish, qui consiste en un câble funiculaire fixé aux pylônes et soutenant, au moyen de montants verticaux, chaque hauban en un ou plusieurs points, afin que les augmentations de tension déterminées par les surcharges ne mettent en jeu que l'allongement élastique de ce hauban, et non, d'abord, la variation de sa courbure. La partie inférieure des montants, travaillant à la traction, est un petit cylindre plein en acier, tandis que la partie supérieure, travaillant à la compression, est un tube creux.

Les câbles de retenue se relient par des culots et des tirants aux ancres d'amarrage, qui butent contre des sommiers en granite. On accède à l'arrière de ces sommiers au moyen de galeries latérales, creusées dans le rocher. Une disposition ingénieuse de l'extrémité des galeries d'amarrage en forme de tulipe, imaginée par M. l'ingénieur en chef Nouailhac-Pioch, intéresse l'ensemble du rocher à la résistance.

M. Arnodin a apporté sa contribution à l'œuvre du commandant Gisclard en faisant usage des éléments de structure qu'il a l'habitude de fabriquer,

c'est-à-dire des longs câbles à torsions alternées, avec les culots dans lesquels il en enchâsse les bouts, les étriers qui servent à les relier aux articulations, les écrous qui permettent de les régler.

Toutes les pièces sont amovibles, ce qui rendra les remplacements faciles, le cas échéant.

Le procédé de montage mérite d'être signalé. Des échafaudages eussent entraîné une dépense excessive. On a utilisé les câbles Ordish pour porter un chariot roulant aérien, à l'aide et au-dessous duquel s'est faite la mise en place du tablier, d'abord dans la partie centrale, puis de proche en proche entre cette zone et les piles.

Pour les calculs, l'Administration avait admis : 1° l'épreuve par un train de 3 voitures automotrices et de 6 remorques, pesant ensemble 180 tonnes; 2° la circulation éventuelle d'une rame de 6 automotrices pesant 192 tonnes; 3° un vent exerçant, soit une pression de 170^{kg} par mètre carré combinée avec le passage des trains, soit une pression de 270^{kg} sans circulation sur l'ouvrage.

Les essais, auxquels il a été procédé en octobre 1909, ont donné, dans la travée centrale, une flèche maximum de 148^{mm}, inférieure au millième de la portée, proportion généralement acceptée pour les ponts métalliques dits *rigides*.

D'ailleurs, le succès pouvait être considéré comme certain; car l'Administration n'avait traité qu'avec la garantie d'un examen préalable et approfondi des projets par une Commission que présidait M. l'inspecteur général Lax et dont le rapporteur était le très regretté Maurice Lévy.

Le commandant Gisclard avait assisté aux épreuves du pont de La Cassagne, vu l'une de ses conceptions sanctionnée par une application magistrale et grandiose. Il devait en ressentir l'une des plus grandes joies de sa vie laborieuse. Mais la fatalité le guettait. Par suite d'une circonstance inutile à rappeler, le train qui le ramenait, avec quelques autres personnes, s'emballa sur une pente, dérailla, bondit par-dessus un ravin et s'abîma contre la montagne; il fut tué sur le coup, fin tragique d'une glorieuse journée, fin digne cependant du brave soldat qu'était Gisclard.

Cet inventeur fécond, ce mathématicien consommé remplissait toutes les conditions requises pour l'attribution du prix Caméré. En rendant à ses travaux un hommage posthume, l'Académie apportera un soulagement à la douleur de la veuve et des trois enfants que le destin a si cruellement frappés; elle fera œuvre de justice et œuvre de bien.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX JÉROME PONTI.

(Commissaires : MM. Émile Picard, Zeiller, Bouvier, Maquenne, le prince Roland Bonaparte, Villard; Guignard, rapporteur.)

Pendant plus de quarante ans, M. **Georges Rouy** s'est adonné à des recherches de botanique systématique et en particulier à l'étude des flores européennes. Grâce à de nombreux voyages en France, en Algérie, en Espagne, en Suisse, en Italie, en Belgique et jusque dans l'extrême nord de la Scandinavie; grâce aussi à des relations suivies avec les grands établissements botaniques et avec les possesseurs des principaux herbiers de tous les pays, il était parvenu, il y a une vingtaine d'années, à constituer une collection très importante, qu'il n'a cessé d'enrichir ensuite par des échanges et par l'acquisition judicieuse de collections diverses. Comprenant de nombreux représentants de la végétation de toutes les contrées du globe, l'Herbier Rouy est un des plus complets et des plus remarquables qui existent aujourd'hui, surtout au point de vue des plantes européennes.

Tout en tirant de ces riches matériaux des publications variées, qui ne tardèrent pas à fixer l'attention des botanistes les plus compétents, c'est principalement à la flore de notre pays que M. Rouy a consacré la majeure partie de sa carrière scientifique. Déjà, en 1881, constatant les lacunes forcées qui existaient dans la *Flore de France de Grenier et Godron*, seul Ouvrage alors classique, mais dont le dernier volume remonte à 1856, il avait eu l'excellente idée d'entreprendre la publication des *Suites à la Flore de France de Grenier et Godron*, où il faisait connaître en des diagnoses précises accompagnées de commentaires explicatifs, les espèces nouvellement rencontrées sur notre territoire et celles qu'il convenait d'ajouter à la flore française depuis l'annexion de la Savoie et du Comté de Nice. Encouragé par l'excellent accueil fait à cette publication, il résolut bientôt après de faire paraître un travail d'ensemble sous le titre de *Flore de France, de Corse et d'Alsace-Lorraine*. Cet Ouvrage était conçu sur un plan nouveau, dont il convient de rappeler l'idée directrice.

Par ses remarques personnelles sur le terrain, comme par l'examen de ses échantillons d'herbier, M. Rouy avait pu constater la valeur taxinomique de certaines espèces, dites *jordaniennes* (ou « petites espèces » de quelques auteurs), qui ne différaient des espèces admises comme linnéennes, c'est-à-dire celles de premier ordre, que par des caractères quantitatifs plus

ou moins importants. Ces plantes et d'autres similaires se reproduisaient bien par la culture et dans la nature même, lorsqu'elles se trouvaient placées dans les mêmes conditions de milieu : elles n'étaient donc pas à négliger, puisqu'elles présentent le même faciès et presque toujours les mêmes caractères morphologiques. Toutefois, c'était aller trop loin que de les admettre au même titre que les espèces de premier ordre, ou même que des types plus fortement tranchés tels que les sous-espèces; d'autre part, on ne pouvait non plus les réduire au rang de simples variétés, terme qui indique quelque chose de variable et d'inconstant par sa nature même.

M. Rouy a dès lors admis, en taxinomie, une classification de la subdivision de l'espèce qui sert de base à son important Ouvrage. Commencée en 1893, la publication de sa *Flore de France* a continué régulièrement (avec des collaborateurs occasionnels) depuis cette époque; le 13e Volume a paru cette année, le 14e et dernier terminera l'an prochain cette œuvre considérable, dans laquelle l'auteur a fait preuve d'une somme de connaissances et d'un esprit critique peu ordinaires. On ne saurait trop louer le soin apporté par lui à la diagnose des espèces, sous-espèces, races et variétés, à leur distribution géographique, à leur nomenclature et synonymie, à la question des hybrides dont l'étude venait d'entrer dans une phase nouvelle. Cette Flore est un Ouvrage précieux par l'abondance extraordinaire des renseignements qu'il renferme; elle constituera toujours pour le travailleur un répertoire indispensable de la bibliographie systématique française.

Ajoutons encore que M. Rouy a donné une nouvelle preuve de fécondité scientifique en publiant, de 1894 à 1905, en 20 fascicules et 500 planches, l'important Ouvrage intitulé : *Illustrationes Plantarum Europæ rariorum*, comprenant les diagnoses latines des espèces rares de la flore européenne, avec planches représentant toutes ces espèces, d'après les exemplaires existant dans les grandes collections botaniques.

C'est donc un labeur poursuivi sans relâche pendant de nombreuses années et consacré à l'élaboration de travaux d'ensemble, qui font grand honneur à la Science française, que votre Commission vous propose, à l'unanimité, de récompenser en décernant le prix Jérôme Ponti à M. **Georges Rouy**.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX LECONTE.

(Commissaires : MM. Lippmann, Guyon, Ph. van Tieghem, Émile Picard, Edmond Perrier, d'Arsonval, Haller, Alfred Picard, Le Chatelier, Lecornu; Darboux, rapporteur.)

La Commission, rappelant que l'Académie a déjà couronné l'année dernière l'œuvre considérable de M. **Charles Tellier**, propose de lui accorder en outre cette année la somme de *huit mille francs* sur les fonds Leconte.

Elle propose de plus de donner un prix Leconte de *douze mille francs* à M. **Forest** pour l'ensemble de ses découvertes relatives aux moteurs à explosion.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX FONDÉ PAR Mme LA MARQUISE DE LAPLACE.

Une Ordonnance royale a autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation, qui lui a été faite par Mme la Marquise de Laplace, d'une rente pour la fondation à perpétuité d'un prix consistant dans la collection complète des Ouvrages de Laplace, qui devra être décerné chaque année au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

Le Président remet les cinq Volumes de la *Mécanique céleste*, l'*Exposition du Système du Monde* et le *Traité des probabilités* à M. **Jules-Adolphe Menj**, sorti premier de l'École Polytechnique et entré, en qualité d'Élève-Ingénieur, à l'École nationale des Mines.

PRIX FONDÉ PAR M. FÉLIX RIVOT.

Conformément aux termes de la donation, le prix Félix Rivot est partagé entre MM. **Jules-Adolphe Menj** et **Jules-François-Gabriel Daval**, entrés les deux premiers en qualité d'Élève-Ingénieur à l'École nationale des Mines, et MM. **René-Gaston-Raymond Mabilleau** et **Raymond-Emmanuel Bollack**, entrés les deux premiers au même titre à l'École nationale des Ponts et Chaussées.

FONDS BONAPARTE.

RAPPORT *de la Commission chargée de proposer pour l'année* 1912 *la répartition du* Fonds Bonaparte.

(Cette Commission, qui comprend le Prince Roland Bonaparte comme membre de droit, se compose, cette année, de MM. Lippmann, président de l'Académie; Émile Picard, Grandidier, Ph. van Tieghem, Perrier, Guignard, Alfred Picard; Violle, rapporteur.)

Notre premier et très agréable devoir est d'adresser nos remercîments confraternels au Prince qui a généreusement élevé à 50 000fr chacune des nouvelles annuités accordées par lui au *Fonds Bonaparte*.

Attirés par cette largesse, les candidats ont afflué cette année, où ils ont atteint le nombre de 87.

La Commission, à son très grand regret, n'en a pu retenir que 16, auxquels elle a attribué une somme totale de 41 000fr, laissant en réserve 9000fr destinés à augmenter la somme disponible en 1913.

Elle vous propose d'accorder:

1°, 2°, 3° et 4°, en 4 parts égales, 12 000fr aux Membres de la **Mission scientifique du Maroc.**

La Société de Géographie envoie au Maroc une mission scientifique chargée spécialement de recherches géologiques, zoologiques, botaniques et agronomiques, à l'effet d'établir l'inventaire raisonné des richesses naturelles du pays.

M. **Louis Gentil**, maître de conférences à la Sorbonne, président de la Société géologique de France, était tout désigné par ses travaux et ses explorations antérieures pour diriger les recherches géologiques et minéralogiques.

M. **Pallary**, instituteur à Oran, qui étudie depuis quinze ans la faune du Maroc, s'occupera de la zoologie et de la préhistoire.

Pour la botanique, la Société de Géographie s'est adressée à M. J. **Pitard**, professeur à l'École de Médecine et de Pharmacie de Tours, qui s'est voué depuis longtemps à l'étude de la flore et de l'agriculture dans l'Afrique du Nord.

D'autre part, M. le Gouverneur général de l'Algérie a bien voulu déléguer à la Mission, M. **Bauguil**, chef du service vétérinaire et du service pastoral de l'Algérie.

Avec de telles compétences, avec l'appui du Ministère de la Guerre, du Ministère des Affaires étrangères et du Ministère de l'Instruction publique, avec le concours de divers groupements et de généreux donateurs, le succès de la Mission est certain. Mais, si l'on veut que les résultats répondent à l'effort accompli, il importe de l'aider pécuniairement. Nous sommes assurés de répondre ainsi à la pensée du Prince Roland Bonaparte, en contribuant à l'œuvre de civilisation que s'est imposée la France et que préparent si glorieusement ses soldats.

5° 3000^{fr} à M. le professeur **de Martonne**, chargé d'un cours de Géographie à la Sorbonne, et à ses collaborateurs, MM. Jean Brunhes, professeur à l'Université de Fribourg, et Émile Chaix, professeur à l'Université de Genève, pour leur permettre de poursuivre l'établissement et la publication d'une collection de documents morphologiques, intitulée *Atlas photographique des formes du relief terrestre*. Cette publication a été entreprise, conformément à un vœu du IXe Congrès international de Géographie, dans l'intention d'établir, suivant un plan rigoureusement tracé, un ensemble de vues typiques de toutes les formes actuellement connues du relief terrestre. La géographie physique y trouvera, méthodiquement classés, des documents certains, tels que les réclame toute science naturelle descriptive. La subvention accordée allégera les charges financières des auteurs, en même temps qu'elle constituera pour leur œuvre un encouragement précieux.

6° 3000^{fr} à M. **Louis Dunoyer**.

M. Dunoyer a déjà publié des travaux très remarqués, dans lesquels s'affirment de rares qualités d'esprit. Ses dernières recherches sur la fluorescence de la vapeur de sodium *pur*, ont particulièrement frappé les physiciens par la simplicité et la portée des résultats obtenus. La subvention actuelle serait employée à la construction d'appareils destinés à l'explo-

ration complète des spectres de fluorescence et d'absorption fournis par les métaux alcalins. Ces appareils serviraient aussi à l'étude des dépôts métalliques que M. Dunoyer a très habilement réussi à obtenir par projection rectiligne matérielle, d'origine purement cinétique. Ils l'aideront à éclaircir quelque arcane du monde des atomes.

7° 3000^{fr} à M. **Hamet.**

M. Hamet a entrepris, en 1905, dans le laboratoire de notre confrère M. van Tieghem, l'étude des Crassulacées. Il a acquis sur ce sujet une compétence telle que, de tous les points du globe, lui sont arrivés des échantillons vivants et des herbiers qui constituent actuellement un ensemble exceptionnel de matériaux. M. Hamet a déjà tiré de ces matériaux une œuvre considérable. Mais des circonstances cruelles l'obligent à demander une subvention, sans laquelle il ne pourrait pas achever son travail auquel s'intéressent les botanistes du monde entier et que M. le professeur Engler doit insérer, aussitôt fini, dans sa grande encyclopédie botanique *Das Pflanzenreich*.

8° 2500^{fr} à M. **Bosler**, aide astronome à l'Observatoire de Meudon.

M. Bosler est un physicien astronome, ayant fait ses preuves. Instruit à la spectroscopie par notre confrère, M. Deslandres, avec lequel il a visité, lors du Congrès de l'Union solaire, en 1910, les principaux observatoires des États-Unis, il veut, profitant de l'expérience acquise, étudier les spectres des planètes en vue de déterminer la rotation de ces corps et la nature de leur atmosphère. Un prisme à grande dispersion lui est nécessaire et, par conséquent, le moyen de l'acquérir.

9° 2500^{fr} à M. **Baldit.**

Après avoir été quelques années officier de marine, M. Baldit s'est consacré à l'étude des sciences et spécialement de la météorologie électrique, qu'il étudia au Puy de Dôme avec le regretté Bernard Brunhes. Depuis deux ans, il effectue ponctuellement la mesure des charges électriques de toutes les pluies tombant sur son domaine du Puy-en-Velay, et il est arrivé à des résultats fort intéressants, communiqués à l'Académie. Amené naturellement à élargir son programme et à y comprendre tous les phénomènes d'électricité atmosphérique qui accompagnent les pluies, spécialement les pluies d'orage, il a besoin d'instruments enregistreurs, à côté

de ses électromètres à mesure directe. La subvention proposée servira à l'achat de ces instruments.

10° 2500fr à M. **Paul Pascal**, maître de conférences à l'Université de Lille.

Particulièrement attiré par l'étude physico-chimique des corps complexes minéraux et organiques, M. Pascal a déjà fourni une somme considérable d'excellent travail. Les produits qu'il a obtenus, les déterminations qu'il a faites de leurs propriétés magnétiques, ont été largement utilisés par MM. Weiss et Cotton dans leurs recherches sur le *magnéton* et sur la biréfringence magnétique. Aujourd'hui, M. Pascal se propose d'étudier l'absorption exercée dans l'ultraviolet par les corps dont il a déterminé les propriétés magnétiques. Il demande une subvention pour acheter les appareils indispensables, dont il tirera certainement bon parti.

11° 2500fr à M. **Schlegel**.

M. Schlegel a entrepris dans les laboratoires de notre confrère M. Delage, à la Sorbonne et à Roscoff, sur le développement des crustacés Brachyoures, des recherches qu'il importe de lui voir poursuivre. Si la partie anatomique et les déterminations spécifiques peuvent et doivent être faites à Paris, les recherches et les collections de larves pélagiques, et surtout les travaux d'élevage, imposent des séjours assez prolongés, pendant l'été, dans les laboratoires maritimes, qui seuls offrent les conditions requises. La subvention présente couvrira une partie des frais de séjour et de recherches.

12° 2000fr à M. **Sauvageau**, professeur à l'Université de Bordeaux.

La récolte méthodique de nombreux exemplaires des espèces d'un même genre semble éminemment propre à fournir des résultats intéressants sur leurs relations. La distribution géographique convient particulièrement à fixer la filiation des espèces, si l'on sait rétablir le parcours qu'elles ont suivi. C'est à ce point de vue que M. Sauvageau s'est appliqué à observer la répartition des *Cystoseira*, plantes marines de grande taille, dans l'Océan et la Méditerranée. Il se propose de suivre cette répartition dans la Méditerranée orientale, le peuplement s'étant sans doute fait de l'Ouest à l'Est.

13° 2000fr à M. **Welsch**, professeur à l'Université de Poitiers, qui

scrute depuis plusieurs années les formations quaternaires et récentes de l'ouest de la France, ainsi que les dépôts de tourbe littorale : phénomènes complexes, car ils touchent aux bossellements de l'écorce terrestre, aux changements de niveau de nos côtes, à la configuration ancienne de la France. La comparaison avec les phénomènes analogues, très étudiés dans le nord-ouest de l'Europe, s'impose. L'auteur l'a entreprise et demande les moyens de la continuer.

14° 2000^{fr} à M. **Bierry**, maître de conférences à l'École des Hautes-Études, pour la continuation des recherches entreprises par lui depuis dix ans au Laboratoire de notre confrère, M. Dastre, et qui ont porté spécialement sur les hydrates de carbone. M. Bierry a étudié d'abord les diastases qui concourent à la digestion des hydrates de carbone, puis l'action des rayons ultraviolets sur les sucres complexes. Actuellement, il s'occupe de l'assimilation du galactose chez le chien normal ou chez le chien dont le foie a subi des lésions. Il se propose, en outre, de suivre le métabolisme des différents sucres chez le chien dépancréaté ou chez l'homme diabétique, en notant parallèlement la marche de l'acidose : questions d'un intérêt théorique certain et pouvant présenter un intérêt pratique très grand pour le diabétique.

15° 2000^{fr} à M. le Dr **Mawas**, attaché au Laboratoire d'Embryogénie comparée du Collège de France, pour lui permettre de continuer ses expériences sur le mécanisme de l'accommodation de l'œil, particulièrement chez le chien. Il se propose de les diriger de façon à déterminer la forme du cristallin pendant l'accommodation, à savoir si, alors, le cristallin bascule ou tourne sur lui-même, et à reconnaître l'action de certains nerfs, notamment du grand sympathique cervical, sur l'accommodation.

16° 2000^{fr} à M. **Gruvel**, maître de conférences à l'Université de Bordeaux, chargé de mission en Afrique occidentale, pour l'aider dans l'exploration de la baie du Lévrier (Mauritanie) aux points de vue zoologique, océanographique et géographique.

En résumé, votre Commission vous propose les attributions suivantes :

Mission scientifique du Maroc.	1.	M. GENTIL	3000^{fr}
	2.	M. PALLARY	3000
	3.	M. PITARD	3000
	4.	M. BAUGUIL	3000
	5.	M. DE MARTONNE	3000
	6.	M. DUNOYER	3000
	7.	M. HAMET	3000
	8.	M. BOSLER	2500
	9.	M. BALDIT	2500
	10.	M. PASCAL	2500
	11.	M. SCHLEGEL	2500
	12.	M. SAUVAGEAU	2000
	13.	M. WELSCH	2000
	14.	M. BIERRY	2000
	15.	M. MAWAS	2000
	16.	M. GRUVEL	2000
		Total	41000
		Lesquels, joints à la réserve	9000
		forment le Total général	50000

montant de l'annuité libéralement mise à la disposition de l'Académie pour 1912.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

PROGRAMME DES PRIX PROPOSÉS

POUR LES ANNÉES 1914, 1915, 1916 ET 1917 (*)

GÉOMÉTRIE.

PRIX FRANCŒUR (1000^{fr}).

Ce prix *annuel* sera décerné à l'auteur de découvertes ou de travaux utiles au progrès des *Sciences mathématiques pures ou appliquées.*

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

(Prix du Budget : 3000^{fr}.)

Prix biennal à sujet variable.

L'Académie rappelle qu'elle a mis au concours, pour l'année 1914, la question suivante :

Perfectionner la théorie des fonctions d'une variable qui sont susceptibles de représentations par des séries trigonométriques de plusieurs arguments fonctions linéaires de cette variable.

On sait que de telles fonctions se présentent dans de nombreuses questions de Physique mathématique et de Mécanique céleste. L'Académie verrait avec plaisir traiter quelque application importante.

PRIX PONCELET (2000^{fr}).

Ce prix *annuel*, fondé par Mme Poncelet, est destiné à récompenser *alternativement* l'Ouvrage le plus utile aux progrès des Sciences mathé-

(*) Les concours de 1913 étant clos le 31 décembre 1912, la liste des prix proposés pour 1913, publiée dans le précédent programme, n'a pas été rappelée

matiques pures ou appliquées, publié dans le cours des dix années qui auront précédé le jugement de l'Académie.

Une donation spéciale de Mme Poncelet permet à l'Académie d'ajouter au prix qu'elle a primitivement fondé un exemplaire des Œuvres complètes du Général Poncelet.

Le prix Poncelet sera décerné en 1914 à un *Ouvrage sur les Mathématiques pures*.

PRIX BORDIN (3000fr).

Prix biennal à sujet variable.

L'Académie met au concours, pour l'année 1915, la question suivante :

Réaliser un progrès notable dans la recherche des courbes à torsion constante; déterminer s'il est possible celles de ces courbes qui sont algébriques, tout au moins celles qui sont unicursales.

MÉCANIQUE.

PRIX MONTYON (700fr).

Ce prix *annuel* est fondé en faveur de « celui qui, au jugement de l'Aca-
» démie, s'en sera rendu le plus digne, *en inventant ou en perfectionnant*
» *des instruments utiles aux progrès de l'Agriculture, des Arts mécaniques ou*
» *des Sciences* ».

PRIX HENRI DE PARVILLE (1500fr).

Ce nouveau prix *annuel alternatif*, fondé par *M. Henri de Parville*, est destiné à récompenser des *travaux originaux de physique ou de mécanique*.

Le prix, qui a été mis au concours pour la première fois en 1913, pour être attribué, s'il y a lieu, à des *travaux de physique*, sera attribué en 1914 à des *travaux originaux de mécanique*.

PRIX FOURNEYRON (1000^{fr}).

(Prix biennal à sujet variable.)

L'Académie rappelle qu'elle a mis au concours, pour l'année 1914, la question suivante :

Étude théorique et expérimentale de la question des turbines à combustion ou explosion.

PRIX PONCELET (2000^{fr}).

Prix *annuel* décerné *alternativement* à un Ouvrage sur les Mathématiques pures ou sur les Mathématiques appliquées (*voir* ci-dessus, p. 1412).

Le prix Poncelet sera décerné en 1915 à un *Ouvrage sur les Mathématiques appliquées*.

PRIX BOILEAU (1300^{fr}).

Ce prix *triennal* est destiné à récompenser les *recherches sur les mouvements des fluides, jugées suffisantes pour contribuer au progrès de l'Hydraulique*.

A défaut, la rente triennale échue sera donnée, *à titre d'encouragement*, à un savant estimé de l'Académie et choisi parmi ceux qui sont notoirement sans fortune.

L'Académie décernera le prix Boileau, s'il y a lieu, en 1915.

NAVIGATION.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS,

DESTINÉ A RÉCOMPENSER TOUT PROGRÈS DE NATURE A ACCROÎTRE L'EFFICACITÉ DE NOS FORCES NAVALES.

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans sa séance publique annuelle.

PRIX PLUMEY (4000fr).

Ce prix *annuel* est destiné à récompenser « *l'auteur du perfectionnement des machines à vapeur ou de toute autre invention qui aura le plus contribué au progrès de la navigation à vapeur* ».

ASTRONOMIE.

PRIX PIERRE GUZMAN (100 000fr).

Mme Vve *Guzman* a légué à l'Académie des Sciences une somme de *cent mille francs* pour la fondation d'un prix qui portera le nom de *prix Pierre Guzman*, en souvenir de son fils, et sera décerné à celui qui aura trouvé le moyen de communiquer avec un astre autre que la planète Mars.

Prévoyant que le prix de *cent mille francs* ne serait pas décerné tout de suite, la fondatrice a voulu, jusqu'à ce que ce prix fût gagné, que les intérêts du capital, cumulés pendant cinq années, formassent un prix, toujours sous le nom de *Pierre Guzman*, qui serait décerné à un savant français, ou étranger, qui aurait fait faire un progrès important à l'Astronomie.

Le prix *quinquennal*, représenté par les intérêts du capital, sera décerné, s'il y a lieu, en 1915.

PRIX LALANDE (540fr).

Ce prix *annuel* doit être attribué à la personne qui, en France ou ailleurs, aura fait l'observation la plus intéressante, le Mémoire ou le travail le plus utile aux progrès de l'Astronomie.

PRIX VALZ (460fr).

Ce prix *annuel* est décerné à l'auteur de l'observation astronomique la plus intéressante qui aura été faite dans le courant de l'année.

PRIX JANSSEN.

Ce prix *biennal*, qui consiste en une médaille d'or destinée à récompenser la découverte ou le travail faisant faire un progrès important à l'Astronomie physique, sera décerné en 1914.

M. Janssen, dont la carrière a été presque entièrement consacrée aux progrès de l'Astronomie physique, considérant que cette science n'a pas à l'Académie de prix qui lui soit spécialement affecté, a voulu combler cette lacune.

PRIX DAMOISEAU (2000^{fr}).

Prix *triennal*, à sujet variable.

L'Académie met de nouveau au concours, pour l'année 1914, la question suivante, qu'elle avait posée pour l'année 1911 et qui n'avait donné lieu à l'envoi d'aucun Mémoire : « *Perfectionner les* TABLES DE JUPITER *de Le Verrier* ».

PRIX G. DE PONTÉCOULANT (700^{fr}).

Ce prix *biennal*, destiné à encourager les recherches de *Mécanique céleste*, sera décerné, s'il y a lieu, en 1915.

GÉOGRAPHIE.

PRIX TCHIHATCHEF (3000^{fr}).

M. Pierre de Tchihatchef a légué à l'Académie des Sciences la somme de *cent mille francs*.

Dans son testament, M. de Tchihatchef stipule ce qui suit :

« Les intérêts de cette somme sont destinés à offrir *annuellement une* » *récompense ou un encouragement aux naturalistes de toute nationalité* qui

» se seront le plus distingués dans l'exploration du continent asiatique » (ou îles limitrophes), notamment des régions les moins connues et, en » conséquence, à l'exclusion des contrées suivantes : Indes britanniques, » Sibérie proprement dite, Asie Mineure et Syrie, contrées déjà plus ou » moins explorées.

» Les explorations devront avoir pour objet une branche quelconque » des *Sciences naturelles, physiques* ou *mathématiques*.

» Seront exclus les travaux ayant rapport aux autres sciences, telles » que : Archéologie, Histoire, Ethnographie, Philologie, etc.

» Il est bien entendu que les travaux récompensés ou encouragés » devront être le fruit d'observations faites sur les lieux mêmes, et non des » œuvres de simple érudition. »

PRIX GAY (1500fr).

Prix annuel à sujet variable.

(Question posée pour l'année 1914.)

Étudier la distribution des forces hydrauliques dans une région de montagnes. Exposer et décrire les méthodes et les instruments employés à cette recherche.

(Question posée pour l'année 1915.)

Étudier la répartition des végétaux en Indo-Chine.

PRIX BINOUX (2000fr).

Ce prix *biennal*, destiné à récompenser l'auteur de travaux sur la *Géographie* ou la *Navigation*, sera décerné, s'il y a lieu, en 1914.

PRIX DELALANDE-GUÉRINEAU (1000fr).

Ce prix *biennal* sera décerné, s'il y a lieu, en 1914 « *au voyageur français* » *ou au savant qui, l'un ou l'autre, aura rendu le plus de services à la France* » *ou à la Science* ».

PHYSIQUE.

PRIX HÉBERT (1000fr).

Ce prix *annuel* est destiné à récompenser l'auteur du meilleur Traité ou de la plus utile découverte pour la vulgarisation et l'emploi pratique de l'Électricité.

PRIX HUGHES (2500fr).

Ce prix *annuel*, dû à la libéralité du physicien Hughes, est destiné à récompenser l'auteur d'une découverte ou de travaux qui auront le plus contribué au progrès de la Physique.

PRIX VICTOR RAULIN (1500fr).

Prix à cycle variable et à sujets alternatifs.

Le prix Victor Raulin, qui sera décerné, s'il y a lieu, en 1914, a pour but de faciliter la publication de travaux relatifs à la *Météorologie et Physique du Globe*.

PRIX L. LA CAZE (10000fr).

Ce prix *biennal* sera décerné, s'il y a lieu, en 1914, à l'auteur, français ou étranger, des Ouvrages ou Mémoires qui auront le plus contribué aux progrès de la Physique. Il ne pourra être partagé.

PRIX HENRI DE PARVILLE (1500fr).

Ce nouveau prix *annuel alternatif*, fondé par M. Henri de Parville, est destiné à récompenser des travaux originaux de *Physique ou de Mécanique*.

Le prix, qui a été attribué, pour la première fois, en 1913, à des *travaux de Physique*, reviendra, en 1915, également à des *travaux de Physique*.

PRIX GASTON PLANTÉ (3000fr).

Ce prix *biennal* est réservé à l'auteur français d'une découverte, d'une invention ou d'un travail important dans le domaine de l'Électricité. L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, en 1915.

PRIX KASTNER-BOURSAULT (2000fr).

Ce prix *triennal* sera décerné, s'il y a lieu, en 1916, à l'auteur du meilleur travail sur les applications diverses de l'Électricité dans les Arts, l'Industrie et le Commerce.

CHIMIE.

PRIX JECKER (10000fr).

Ce prix *annuel* est destiné à récompenser les travaux les plus propres à hâter les progrès de la *Chimie organique*.

PRIX CAHOURS (3000fr).

M. Auguste Cahours a légué à l'Académie des Sciences la somme de *cent mille francs*.

Conformément aux vœux du testateur, les intérêts de cette somme seront distribués *chaque année*, à titre d'encouragement, à des jeunes gens qui se seront déjà fait connaître par quelques travaux intéressants et plus particulièrement par des recherches sur la Chimie.

PRIX MONTYON (ARTS INSALUBRES).

(Un prix de 2500fr et une mention de 1500fr.)

Il sera décerné chaque année un prix et une mention aux auteurs qui auront trouvé les *moyens de rendre un art ou un métier moins insalubre*.

L'Académie juge nécessaire de faire remarquer que les récompenses dont il s'agit ont expressément pour objet des découvertes et inventions qui diminueraient les dangers des diverses professions ou arts mécaniques.

Les pièces admises au concours n'auront droit au prix qu'autant qu'elles contiendront une *découverte parfaitement déterminée*.

Si la pièce a été produite par l'auteur, il devra indiquer la partie de son travail où cette découverte se trouve exprimée; dans tous les cas, la Commission chargée de l'examen du concours fera connaître que c'est à la découverte dont il s'agit que le prix est donné.

PRIX L. LA CAZE (10000^{fr}).

Ce prix *biennal* sera décerné, s'il y a lieu, en 1914, à l'auteur, français ou étranger, des meilleurs travaux sur la Chimie. Il ne pourra être partagé.

PRIX BERTHELOT (500^{fr}).

Ce prix *biennal*, attribué à des recherches de *Synthèse chimique*, sera décerné, s'il y a lieu, en 1915.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

PRIX FONTANNES (2000^{fr}).

Ce prix *triennal*, attribué *à l'auteur de la meilleure publication paléontologique*, sera décerné, s'il y a lieu, en 1914.

PRIX DELESSE (1400^{fr}).

Ce prix *biennal*, fondé par Mme Vve Delesse, sera décerné, s'il y a lieu, en 1915, à l'auteur, français ou étranger, d'un travail concernant les Sciences géologiques, ou, à défaut, d'un travail concernant les Sciences minéralogiques.

PRIX JOSEPH LABBÉ (1000fr).

Ce prix *biennal*, fondé conjointement par la Société des Aciéries de Longwy et par la Société anonyme métallurgique de Gorcy, est destiné à récompenser les auteurs de *Travaux géologiques ou de recherches ayant efficacement contribué à mettre en valeur les richesses minières de la France, de ses colonies et de ses protectorats*, ou, à défaut de titulaire pour l'objet indiqué, à récompenser l'auteur de tout travail fait dans l'intérêt général.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1915.

PRIX VICTOR RAULIN (1500fr).

Prix à cycle variable et à sujets alternatifs.

(*Voir*, page 1432, les conditions générales.)

Le prix, qui sera décerné, s'il y a lieu, en 1916, a pour but de faciliter la publication de travaux relatifs à la *Géologie et Paléontologie*.

Le prix, qui sera décerné, s'il y a lieu, en 1917, a pour but de faciliter la publication des travaux relatifs à la *Minéralogie et Pétrographie*.

PRIX JAMES HALL (700fr).

Ce nouveau prix *quinquennal*, fondé par Mme Joséphine Hall Bishop, en souvenir de son père le géologue James Hall qui fut Correspondant de l'Académie, est destiné à récompenser *la meilleure thèse doctorale de Géologie* passée au cours de cette période de cinq ans.

Le prix sera décerné, pour la première fois, en 1917, s'il y a lieu.

BOTANIQUE.

PRIX DESMAZIÈRES (1600^{fr}).

Ce prix *annuel* est attribué « à l'auteur, français ou étranger, du meil-
» leur ou du plus utile écrit, publié dans le courant de l'année précédente,
» sur tout ou partie de la *Cryptogamie* ».

PRIX MONTAGNE (1500^{fr}).

M. C. Montagne, Membre de l'Institut, a légué à l'Académie la totalité de ses biens, à charge par elle de distribuer chaque année, sur les arrérages de la fondation, un prix de 1500^{fr} ou deux prix : l'un de 1000^{fr}, l'autre de 500^{fr}, au choix de la *Section de Botanique*, aux auteurs, français ou naturalisés français, de travaux importants ayant pour objet *l'anatomie, la physiologie, le développement ou la description des Cryptogames inférieurs* (Thallophytes et Muscinées).

PRIX DE COINCY (900^{fr}).

M. A.-H. Cornut de Lafontaine de Coincy a légué à l'Académie des Sciences une somme de 30000^{fr}, à charge par elle de fonder un prix *pour être donné chaque année* à l'auteur d'un *Ouvrage de Phanérogamie* écrit en latin ou en français.

PRIX THORE (200^{fr}).

Ce prix *annuel* est attribué alternativement aux travaux sur les Cryptogames cellulaires d'Europe et aux recherches sur les mœurs ou l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe.

Il sera décerné, s'il y a lieu, en 1915, au meilleur travail sur les *Cryptogames cellulaires d'Europe*.

PRIX JEAN DE RUFZ DE LAVISON (500fr).

Par un acte du 17 juin 1912, M. et Mme de Rufz de Lavison ont fait don à l'Académie des Sciences de *deux cent cinquante francs* de rente française sur l'État, pour fonder un prix de 500fr à distribuer tous les deux ans et *destiné à récompenser des travaux de Physiologie végétale*, en mémoire de leur fils, décédé au Glacier des Étançons (Isère), le 4 juillet 1911.

Ce prix ne pourra être partagé. Il devra, autant que possible, être décerné au cours des années impaires et ne pourra être attribué qu'à un Français.

Le prix sera décerné pour la première fois, s'il y a lieu, en 1915.

PRIX DE LA FONS-MÉLICOCQ (900fr).

Ce prix *triennal* sera décerné, s'il y a lieu, en 1916, « au meilleur » *Ouvrage de Botanique*, manuscrit ou imprimé, *sur le nord de la France*, » c'est-à-dire *sur les départements du Nord*, *du Pas-de-Calais*, *des Ardennes*, » *de la Somme*, *de l'Oise et de l'Aisne* ».

ÉCONOMIE RURALE.

PRIX BIGOT DE MOROGUES (1700fr).

Ce prix *décennal* sera décerné, s'il y a lieu, en 1923, à l'*Ouvrage qui aura fait faire le plus de progrès à l'Agriculture en France*.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

PRIX SAVIGNY (1500^{fr}).

Ce prix *annuel*, fondé par Mlle Letellier pour perpétuer le souvenir de Le Lorgne de Savigny, ancien Membre de l'Institut de France et de l'Institut d'Égypte, *sera employé à aider les jeunes zoologistes voyageurs qui ne recevront pas de subvention du Gouvernement et qui s'occuperont plus spécialement des animaux sans vertèbres de l'Égypte et de la Syrie.*

PRIX THORE (200^{fr}).

Voir page 1422.

Ce prix alternatif sera décerné, s'il y a lieu, en 1914, au meilleur travail *sur les mœurs et l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe.*

PRIX CUVIER (1500^{fr}).

Ce prix *annuel,* attribué à l'Ouvrage le plus remarquable sur la *Paléontologie zoologique*, l'*Anatomie comparée* ou la *Zoologie*, sera décerné, s'il y a lieu, en 1914.

PRIX DA GAMA MACHADO (1200^{fr}).

Ce prix *triennal,* attribué aux meilleurs Mémoires *sur les parties colorées du système tégumentaire des animaux ou sur la matière fécondante des êtres animés*, sera décerné, s'il y a lieu, en 1915.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX MONTYON.

(Prix de 2500fr, mentions de 1500fr.)

Conformément au testament de M. A. de Montyon, il sera décerné, tous les ans, un ou plusieurs prix aux auteurs des Ouvrages ou des découvertes qui seront jugés les plus utiles à l'*art de guérir*.

L'Académie juge nécessaire de faire remarquer que les prix dont il s'agit ont expressément pour objet des *découvertes* et *inventions* propres à perfectionner la Médecine ou la Chirurgie.

Les pièces admises au Concours n'auront droit au prix qu'autant qu'elles contiendront une *découverte parfaitement déterminée*.

Si la pièce a été produite par l'auteur, il devra indiquer la partie de son travail où cette découverte se trouve exprimée; dans tous les cas, la Commission chargée de l'examen du concours fera connaître que c'est à la découverte dont il s'agit que le prix est donné.

PRIX BARBIER (2000fr).

Ce prix *annuel* est attribué à « l'auteur d'une découverte précieuse dans » les *Sciences chirurgicale, médicale, pharmaceutique*, et dans la *Botanique* » *ayant rapport à l'art de guérir* ».

PRIX BRÉANT (100000fr).

M. Bréant a légué à l'Académie des Sciences une somme de *cent mille francs* pour la fondation d'un prix à décerner « à celui qui aura trouvé » le moyen de guérir du choléra asiatique ou qui aura découvert les causes » de ce terrible fléau ».

Prévoyant que le prix de *cent mille francs* ne sera pas décerné tout de suite, le fondateur a voulu, jusqu'à ce que ce prix fût gagné, que l'*intérêt du capital* fût donné à la personne qui aura fait avancer la Science sur la question du choléra ou de toute autre maladie épidémique, ou enfin que ce prix pût être gagné par celui qui indiquera le moyen de guérir radicalement les dartres, ou ce qui les occasionne.

PRIX GODARD (1000fr).

Ce prix *annuel* sera donné au meilleur Mémoire *sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie des organes génito-urinaires.*

PRIX DU BARON LARREY (750fr).

Ce prix *annuel* sera décerné à *un médecin ou à un chirurgien des armées de terre ou de mer* pour le meilleur Ouvrage présenté à l'Académie et traitant *un sujet de Médecine, de Chirurgie ou d'Hygiène militaire.*

PRIX BELLION (1400fr).

Ce prix *annuel*, fondé par Mlle Foehr, sera décerné aux savants « *qui*
» *auront écrit des Ouvrages ou fait des découvertes surtout profitables à la*
» *santé de l'homme ou à l'amélioration de l'espèce humaine* ».

PRIX MÈGE (10000fr).

Le Dr Jean-Baptiste Mège a légué à l'Académie « *dix mille francs à donner*
» *en prix à l'auteur qui aura continué et complété son Essai sur les causes qui*
» *ont retardé ou favorisé les progrès de la Médecine, depuis la plus haute anti-*
» *quité jusqu'à nos jours.*

» L'Académie des Sciences pourra disposer en encouragements des inté-
» rêts de cette somme jusqu'à ce qu'elle pense devoir décerner le prix. »

PRIX ARGUT (1200fr).

Aux termes du testament de M. Argut (Louis-Pierre-Jules), ce nouveau prix *biennal* est destiné à récompenser *le savant qui aura fait une découverte*

guérissant une maladie ne pouvant, jusqu'alors, être traitée que par la Chirurgie et agrandissant ainsi le domaine de la Médecine.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1915.

PRIX CHAUSSIER (10000fr).

Ce prix sera décerné *tous les quatre ans* au meilleur Livre ou Mémoire qui aura paru pendant cette période quadriennale, *soit sur la Médecine légale, soit sur la Médecine pratique*, et aura contribué à leur avancement.

L'Académie décernera le prix Chaussier en 1915.

PRIX DUSGATE (2500fr).

Ce prix *quinquennal* sera décerné, s'il y a lieu, en 1915, à l'auteur du meilleur Ouvrage sur les signes diagnostiques de la mort et sur les moyens de prévenir les inhumations précipitées.

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON (750fr).

L'Académie décernera *annuellement* ce prix de *Physiologie expérimentale* à l'Ouvrage, imprimé ou manuscrit, qui lui paraîtra répondre le mieux aux vues du fondateur.

PRIX PHILIPEAUX (900fr).

Ce prix *annuel* est destiné à récompenser des travaux de *Physiologie expérimentale.*

PRIX LALLEMAND (1800fr).

Ce prix *annuel* est destiné à « récompenser ou encourager *les travaux relatifs au système nerveux*, dans la plus large acception des mots ».

PRIX POURAT (1000fr).

Prix *annuel* à sujet variable.

(Question proposée pour l'année 1914.)

L'Académie remet au concours, pour la troisième fois, pour l'année 1914, la question suivante qu'elle avait posée pour les années 1909 et 1911, et qui n'avait donné lieu à l'envoi d'aucun Mémoire :

De l'origine des Antiferments.

PRIX L. LA CAZE (10000fr).

Ce prix *biennal* sera décerné, s'il y a lieu, en 1914, *à l'auteur, français ou étranger, du meilleur travail sur la Physiologie.* Il ne pourra être partagé.

PRIX MARTIN-DAMOURETTE (1400fr).

Ce prix *biennal,* destiné à récompenser l'auteur d'un Ouvrage *de Physiologie thérapeutique*, sera décerné, s'il y a lieu, en 1914.

STATISTIQUE.

PRIX MONTYON.

[Un prix de 1000fr et deux mentions de 500fr (1).]

L'Académie annonce que, parmi les Ouvrages qui auront pour objet une ou plusieurs questions relatives à la *Statistique*, celui qui, à son jugement,

(1) Décision prise le 5 décembre 1910.

contiendra les recherches les plus utiles, sera couronné dans la prochaine séance publique. Elle considère comme admis à ce concours annuel les Mémoires envoyés en manuscrit, et ceux qui, ayant été imprimés et publiés, arrivent à sa connaissance.

HISTOIRE DES SCIENCES.

PRIX BINOUX (2000^{fr}).

Ce prix *annuel* est destiné à récompenser l'auteur de travaux sur *l'Histoire des Sciences*.

PRIX GÉNÉRAUX.

MÉDAILLE ARAGO.

Cette médaille sera décernée par l'Académie chaque fois qu'une découverte, un travail ou un service rendu à la Science lui paraîtront dignes de ce témoignage de haute estime.

MÉDAILLE LAVOISIER.

Cette médaille sera décernée par l'Académie, aux époques que son Bureau jugera opportunes et sur sa proposition, aux savants qui auront rendu à la Chimie des services éminents, sans distinction de nationalité.

Dans le cas où les arrérages accumulés dépasseraient le revenu de deux années, le surplus pourrait être attribué, par la Commission administrative, à des recherches ou à des publications originales relatives à la Chimie.

MÉDAILLE BERTHELOT.

Chaque année, sur la proposition de son Bureau, l'Académie décernera un certain nombre de « Médailles Berthelot » aux savants qui auront obtenu, cette année-là, des prix de Chimie et de Physique; à chaque Médaille sera joint un exemplaire de l'Ouvrage intitulé : *La Synthèse chimique*.

PRIX HENRI BECQUEREL (3000^{fr}).

M. Antoine-Henri Becquerel, en son vivant Membre de l'Institut, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, Professeur au Muséum d'Histoire naturelle et à l'École Polytechnique, a légué à l'Académie des Sciences une somme de *cent mille francs*, par un testament en date du 5 juillet 1905, où il est dit :

« *Je lègue, à l'Académie des Sciences de l'Institut de France, la somme de* CENT MILLE FRANCS, *en mémoire de mon grand-père et de mon père, Membres comme moi de cette Académie. Je lui laisse le soin de décider le meilleur usage qu'elle pourra faire des arrérages de ce capital, soit pour établir* UNE FONDATION *ou* UN PRIX, *soit dans la manière dont elle distribuera périodiquement les arrérages* DANS LE BUT DE FAVORISER LE PROGRÈS DES SCIENCES. »

PRIX GEGNER (3800^{fr}).

Ce prix *annuel* est destiné « à soutenir un savant qui se sera signalé par des travaux sérieux, et qui dès lors pourra continuer plus fructueusement ses recherches en faveur des progrès des Sciences positives ».

PRIX LANNELONGUE (2000^{fr}).

Ce prix *annuel*, fondé par M. le professeur Lannelongue, Membre de l'Institut, sera donné, *au choix de l'Académie et sur la proposition de sa Commission administrative, à une ou deux personnes au plus, dans l'infortune, appartenant elles-mêmes ou par leur mariage, ou par leurs père et mère, au monde scientifique, et de préférence au milieu scientifique médical.*

PRIX GUSTAVE ROUX (1000^{fr}).

Ce nouveau prix *annuel* [1], fondé par Mme Vve Gustave Roux, en souvenir de son mari, est destiné à récompenser un jeune savant français dont les travaux auront paru remarquables à l'Académie. En aucun cas le prix ne pourra être divisé.

Le titulaire du prix devra, dans le mois qui suivra l'attribution du prix, aller visiter, au cimetière du Montparnasse, la tombe de M. Gustave Roux.

PRIX TRÉMONT (1100^{fr}).

Ce prix *annuel* est destiné « à aider dans ses travaux tout savant, ingénieur, artiste ou mécanicien, auquel une assistance sera nécessaire pour atteindre un but utile et glorieux pour la France ».

PRIX WILDE.

(Un prix de 4000^{fr} ou deux prix de 2000^{fr}.)

M. Henry Wilde a fait donation à l'Académie d'une somme de *cent trente-sept mille cinq cents francs*. Les arrérages de cette somme sont consacrés à la fondation à perpétuité d'un prix *annuel* qui porte le nom de *Prix Wilde*.

L'Académie, aux termes de cette donation, a la faculté de décerner, au lieu d'un seul prix de *quatre mille francs*, deux prix de *deux mille francs* chacun.

Ce prix est décerné chaque année par l'Académie des Sciences, sans distinction de nationalité, à la personne dont la découverte ou l'Ouvrage sur l'*Astronomie*, la *Physique*, la *Chimie*, la *Minéralogie*, la *Géologie* ou la *Mécanique expérimentale* aura été jugé par l'Académie le plus digne de récompense, soit que cette découverte ou cet Ouvrage ait été fait dans l'année même, soit qu'il remonte à une autre année antérieure ou postérieure à la donation.

---

(1) L'état des arrérages a permis de procéder à l'attribution du prix, pour la première fois, en 1912.

PRIX LONCHAMPT (4000^{fr}).

Ce prix *annuel*, fondé par M. Irénée Lonchampt, en vertu de son testament olographe du 19 mai 1896, est destiné à récompenser l'auteur du meilleur Mémoire qui sera présenté à l'Académie *sur les maladies de l'homme, des animaux et des plantes, au point de vue plus spécial de l'introduction des substances minérales en excès comme cause de ces maladies.*

PRIX SAINTOUR (3000^{fr}).

Ce prix *annuel* est attribué *alternativement* à des travaux ressortissant à la Division des Sciences mathématiques et à des travaux ressortissant à la Division des Sciences physiques.

Le prix Saintour sera décerné, s'il y a lieu, en 1914, à l'auteur de travaux se rapportant à la Division des Sciences physiques.

PRIX HENRI DE PARVILLE (2500^{fr}).

Ce nouveau prix *annuel*, fondé par M. Henri de Parville, est destiné à récompenser « *l'Ouvrage scientifique qui en paraîtra le plus digne : Livre de* » *Science original* ou *Livre de Vulgarisation scientifique* ».

Le prix a été mis au concours pour la première fois en 1913.

PRIX VICTOR RAULIN (1500^{fr}).

Prix *annuel* à sujets alternatifs.

Par un acte en date du 14 août 1905, les héritiers de M. Victor Raulin, en son vivant professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux, ont fait don à l'Académie d'une somme de *quinze cents francs* de rente pour fonder un « prix annuel à sujets alternatifs », devant être « attribué à des Français », dans les conditions suivantes :

Le prix Victor Raulin « a pour but de faciliter la publication de travaux » relatifs aux Sciences suivantes : 1° *Géologie et Paléontologie;* 2° *Minéralogie et Pétrographie;* 3° *Météorologie et Physique du Globe.*

» Il sera attribué au travail manuscrit, ou imprimé depuis l'attribution du » prix à un travail sur la même branche, qui sera jugé le plus digne, et ne » sera délivré à l'attributaire qu'après la remise par lui à l'Académie d'un » exemplaire imprimé (textes et planches); si le travail primé était manus- » crit au moment de l'attribution du prix, l'édition portera dans son titre » la mention : « *Académie des Sciences. Prix Victor Raulin.* »

» Celle des trois Sciences précitées à laquelle aura trait le travail primé » sera déterminée chaque année par l'Académie, sous la seule condition » que pour chaque période de huit années consécutives, dont la première » commencera à la fondation du prix, quatre prix seront afférents à la » Géologie et deux à chacune des deux autres Sciences. »

Conformément aux conditions de la donation, le cycle variable suivant a été adopté pour la répartition des sujets alternatifs du prix pendant la première période de huit années :

Attribution du prix à la *Géologie et Paléontologie*, en 1908, 1911, 1913, 1915.

Attribution du prix à la *Minéralogie et Pétrographie*, en 1909, 1912.

Attribution du prix à la *Météorologie et Physique du Globe*, en 1910, 1914.

Pour la deuxième période de huit années (1916-1923) et les suivantes, le cycle suivant a été adopté pour la répartition des sujets alternatifs de prix :

Le prix de *Géologie et Paléontologie* deviendra *biennal* et sera décerné en 1916, 1918, 1920, 1922.

Le prix de *Minéralogie et Pétrographie* deviendra *quadriennal* et sera décerné en 1917, 1921.

Le prix de *Météorologie et Physique du Globe* deviendra *quadriennal* et sera décerné en 1919, 1923.

PRIX HOULLEVIGUE (5000fr).

Ce prix est décerné à tour de rôle par l'Académie des Sciences et par l'Académie des Beaux-Arts.

L'Académie le décernera, s'il y a lieu, en 1914, dans l'intérêt des Sciences.

PRIX CAMÉRÉ (4000fr).

Ce prix *biennal*, fondé par Mme Vve Caméré, en souvenir et pour perpétuer la mémoire de son mari, ne pourra être donné qu'*à un ingénieur français, qu'il soit ingénieur des Mines, des Ponts et Chaussées, ou ingénieur civil, ayant personnellement conçu, étudié et réalisé un travail quelconque dont l'usage aura entraîné un progrès dans l'art de construire.*

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1914.

PRIX JÉROME PONTI (3500fr).

Ce prix *biennal* sera décerné, en 1914, *à l'auteur d'un travail scientifique dont la continuation ou le développement seront jugés importants pour la Science.*

PRIX BORDIN (3000fr).

Prix biennal à sujet variable.

L'Académie met au concours, pour l'année 1914, la question suivante :

Étude de la nature et de l'origine des gaz et émanations du globe terrestre.

PRIX SERRES (7500fr).

Ce prix *triennal*, « *destiné à récompenser des travaux sur l'Embryologie » générale appliquée autant que possible à la Physiologie et à la Médecine* », sera décerné en 1914 par l'Académie au meilleur Ouvrage qu'elle aura reçu sur cette importante question.

PRIX JEAN-JACQUES BERGER (15000fr).

Le prix Jean-Jacques Berger est décerné successivement par les cinq Académies à l'Œuvre la plus méritante concernant la Ville de Paris ; il sera décerné, s'il y a lieu, par l'Académie des Sciences, en 1914.

Conditions :

— Les concurrents devront justifier de leur qualité de Français.

— Le prix sera toujours décerné intégralement.

— Si le prix n'est pas décerné, des encouragements pourront être accordés.

— Aucun programme n'est imposé : les Œuvres ressortissant à l'Académie décernant le prix seront seules admises au Concours.

PRIX FONDÉ PAR Mme LA MARQUISE DE LAPLACE.

Ce prix, qui consiste dans la collection complète des Ouvrages de Laplace, est décerné, *chaque année*, au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

PRIX FÉLIX RIVOT (2500fr).

Ce prix *annuel* sera partagé entre les quatre élèves sortant chaque année de l'École Polytechnique avec les nos 1 et 2 dans les corps des Mines et des Ponts et Chaussées.

PRIX PETIT D'ORMOY.

(Deux prix de 10 000fr.)

L'Académie a décidé que, sur les fonds produits par le legs Petit d'Ormoy, elle décernera *tous les deux ans* un prix de *dix mille francs* pour *les Sciences mathématiques pures ou appliquées*, et un prix de *dix mille francs* pour *les Sciences naturelles*. Elle décernera les prix Petit d'Ormoy, s'il y a lieu, en 1915.

PRIX PIERSON-PERRIN (5000fr).

Ce prix *biennal*, destiné à récompenser le Français qui aura fait la plus belle découverte dans le domaine de la Mécanique ou de la Physique, sera décerné, s'il y a lieu, en 1915.

PRIX FANNY EMDEN (3000fr).

Par un acte passé à la date du 9 mai 1910, Mlle Juliette de Reinach a fait donation à l'Académie des Sciences d'une somme de *cinquante mille francs*, dont les arrérages doivent servir à fonder un prix *biennal* de *trois mille francs*, portant le nom de « Fondation Fanny Emden », du nom de sa mère qui de son vivant avait exprimé le désir de fonder, en souvenir de son mari, ce prix *destiné à récompenser le meilleur travail traitant de l'hypnotisme, de la suggestion et, en général, des actions physiologiques qui pourraient être exercées à distance sur l'organisme animal.*

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1915.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES.

(Prix du Budget : 300fr.)

L'Académie met au concours, pour l'année 1915, la question suivante :

Étudier une colonie française au point de vue de sa géologie, de sa minéralogie et de sa géographie physique.

PRIX LECONTE (50000fr).

Ce prix doit être donné, *en un seul prix, tous les trois ans, sans préférence de nationalité :*

1° Aux auteurs de découvertes nouvelles et capitales en *Mathématiques, Physique, Chimie, Histoire naturelle, Sciences médicales ;*

2° Aux auteurs d'applications nouvelles de ces sciences, applications qui devront donner des résultats de beaucoup supérieurs à ceux obtenus jusque-là.

L'Académie décernera le prix Leconte, s'il y a lieu, en 1915.

PRIX ALHUMBERT (1000fr).

Ce prix *quinquennal*, à sujet variable, sera décerné, s'il y a lieu, en 1915.

La question à traiter sera donnée ultérieurement par l'Académie.

PRIX PARKIN (3400fr).

Ce prix *triennal* est destiné à récompenser des recherches sur les sujets suivants :

« 1° *Sur les effets curatifs du carbone sous ses diverses formes et plus* » *particulièrement sous la forme gazeuse ou gaz acide carbonique, dans le* » *choléra, les différentes formes de fièvre et autres maladies ;*

» 2° *Sur les effets de l'action volcanique dans la production de maladies* » *épidémiques dans le monde animal et le monde végétal, et dans celle des* » *ouragans et des perturbations atmosphériques anormales.* »

Le testateur stipule :

« 1° Que les recherches devront être écrites en français, en allemand » ou en italien ;

» 2° Que l'auteur du meilleur travail publiera ses recherches à ses pro- » pres frais et en présentera un exemplaire à l'Académie dans les trois » mois qui suivront l'attribution du prix ;

« Chaque troisième et sixième année, le prix sera décerné à un tra- » vail relatif au premier desdits sujets, et chaque neuvième année à un » travail sur le dernier desdits sujets. »

L'Académie ayant décerné pour la première fois ce prix en 1897, attribuera ce prix triennal, en l'année 1916, *à un travail sur le premier desdits sujets*, conformément au vœu du testateur.

PRIX JEAN REYNAUD (10000fr).

Mme Vve Jean Reynaud, « voulant honorer la mémoire de son mari et perpétuer son zèle pour tout ce qui touche aux gloires de la France », a fait donation à l'Institut de France d'une rente sur l'État français, de la somme de *dix mille francs*, destinée à fonder un *prix annuel* qui sera successivement décerné par les cinq Académies « au travail le plus méritant, relevant de chaque classe de l'Institut, qui se sera produit pendant une période de cinq ans ».

« Le prix J. Reynaud, dit la fondatrice, ira toujours à une œuvre origi- » nale élevée et ayant un caractère d'invention et de nouveauté.

» Les Membres de l'Institut ne seront pas écartés du concours.

» Le prix sera toujours décerné intégralement; dans le cas où aucun » Ouvrage ne semblerait digne de le mériter entièrement, sa valeur sera » délivrée à quelque grande infortune scientifique, littéraire ou artistique. »

L'Académie des Sciences décernera le prix Jean Reynaud en 1916.

PRIX DU BARON DE JOEST (2000^{fr}).

Ce prix, décerné successivement par les cinq Académies, est attribué à celui qui, dans l'année, *aura fait la découverte ou écrit l'Ouvrage le plus utile au bien public*. Il sera décerné par l'Académie des Sciences dans sa séance publique de 1918.

PRIX ESTRADE-DELCROS (8000^{fr}).

M. Estrade-Delcros a légué toute sa fortune à l'Institut. Conformément à la volonté du testateur, ce legs a été partagé, par portions égales, entre les cinq classes de l'Institut, pour servir à décerner, *tous les cinq ans*, un prix sur *le sujet que choisira chaque Académie*.

Ce prix ne peut être partagé. Il sera décerné, s'il y a lieu, par l'Académie des Sciences, en 1918.

PRIX DANTON (1500^{fr}).

Ce nouveau prix *quinquennal* est destiné à récompenser les travaux relatifs aux phénomènes radiants.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1918.

FONDS BONAPARTE.

Le prince Roland Bonaparte, par une lettre en date du 23 novembre 1911, publiée dans les *Comptes rendus* de la séance du 27 novembre, a déclaré vouloir mettre à la disposition de l'Académie des Sciences, pour l'encouragement des *recherches scientifiques* parmi les travailleurs n'appartenant pas à cette Compagnie, cinq nouvelles annuités de *cinquante mille francs*.

Ces subventions ont exclusivement pour but de provoquer des découvertes en facilitant la tâche de chercheurs qui auraient déjà fait leurs preuves en des travaux originaux et qui manqueraient des ressources suffisantes pour entreprendre ou poursuivre leurs investigations.

L'attribution des annuités de 1914, 1915 et 1916 sera faite par l'Académie tout entière, sur le Rapport d'une Commission spéciale, aux dates suivantes :

15 juillet 1914, 1915, 1916.

Aucune subvention ne devra être inférieure à deux mille francs.

Conformément aux dispositions arrêtées dans le Comité secret du 2 mars 1908, confirmées et renouvelées dans le Comité secret du 27 novembre 1911, les personnes qui désireraient recevoir une part de ces subventions devront se conformer aux conditions suivantes :

Les demandes de subvention, qui peuvent être présentées par les candidats, soit directement, soit par l'intermédiaire d'un Membre de l'Académie, devront être adressées à l'Académie, **chaque année, avant le 1er janvier.**

Ces demandes devront contenir un **exposé précis** *des travaux pour lesquels la subvention est demandée et indiquer la somme jugée nécessaire pour les réaliser.*

Les bénéficiaires de subventions devront adresser, dans les 12 mois, à l'Académie un rapport succinct, relatif à la manière dont ils auront employé les ressources mises à leur disposition et aux résultats qu'ils auront obtenus.

Tout bénéficiaire qui n'aurait pas fourni de rapport dans les délais voulus sera exclu du droit de recevoir de nouvelles subventions.

La primeur des découvertes, sous quelque forme que ce soit, sera réservée à l'Académie. La non-observation de cette clause entraînerait pour l'auteur la perte du droit de recevoir de nouvelles subventions.

CONDITIONS COMMUNES A TOUS LES CONCOURS.

Les pièces manuscrites ou imprimées destinées aux divers concours de l'Académie des Sciences doivent être directement adressées par les auteurs au Secrétariat de l'Institut (Académie des Sciences), avec une lettre adressée à M. le Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, constatant l'envoi et indiquant le concours pour lequel elles sont présentées.

Les Ouvrages imprimés doivent être envoyés au nombre de trois exemplaires (*).

Les manuscrits doivent être écrits en français.

Par une mesure générale, l'Académie a décidé que la clôture de tous les concours aura lieu le 31 décembre de l'année qui précède celle où le concours doit être jugé.

Il ne sera tenu aucun compte des demandes ou des écrits envoyés après cette date, alors même que les envois seraient regardés par leurs auteurs comme des additions, ou des compléments, ou des rectifications à un travail qu'ils auraient adressé dans les délais de rigueur.

Les concurrents doivent indiquer, par une analyse succincte, la partie de leur travail où se trouve exprimée la découverte sur laquelle ils appellent le jugement de l'Académie.

Les concurrents sont prévenus que l'Académie ne rendra aucun des Ouvrages ou Mémoires envoyés aux concours; les auteurs auront la liberté d'en faire prendre des copies au Secrétariat de l'Institut.

Le même Ouvrage ne pourra pas être présenté, la même année, aux concours de deux Académies de l'Institut.

(*) Décision de la Commission administrative, du 3 juillet 1911.

L'Académie se réserve d'examiner, sans aucune condition de candidature, les titres des savants qui pourraient mériter des prix généraux.

Le montant des sommes annoncées pour les prix n'est donné qu'à titre d'indication subordonnée aux variations du revenu des fondations.

Nul n'est autorisé à prendre le titre de LAURÉAT DE L'ACADÉMIE, s'il n'a été jugé digne de recevoir un PRIX. Les personnes qui ont obtenu des *récompenses*, des *encouragements*, ou des *mentions* n'ont pas droit à ce titre.

Nota. — L'Académie a supprimé, depuis l'année 1902, la formalité qui rendait *obligatoire* l'anonymat pour certains concours, avec dépôt d'un pli cacheté contenant le nom de l'auteur. Cette formalité est devenue *facultative*.

LECTURES.

M. **Ph. van Tieghem**, Secrétaire perpétuel, lit une Notice sur la vie et les travaux de *Jean-Baptiste Dumas*, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences.

TABLEAUX
DES PRIX DÉCERNÉS ET DES PRIX PROPOSÉS

DANS LA SÉANCE DU LUNDI 16 DÉCEMBRE 1912.

TABLEAU DES PRIX DÉCERNÉS.

ANNÉE 1912.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

BOTANIQUE.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PHYSIOLOGIE.

STATISTIQUE.

HISTOIRE DES SCIENCES.

PRIX GÉNÉRAUX.

PRIX PROPOSÉS

pour les années 1914, 1915, 1916, 1917 *et* 1918.

BOTANIQUE.

ÉCONOMIE RURALE.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PHYSIOLOGIE.

STATISTIQUE.

HISTOIRE DES SCIENCES.

PRIX GÉNÉRAUX.

Fonds Bonaparte.

1914, 1915, 1916.

Cinq annuités de *cinquante mille francs* ont été mises, en 1912, à la disposition de l'Académie par le prince Roland Bonaparte pour l'encouragement des *recherches scientifiques* parmi les travailleurs n'appartenant pas à cette Compagnie.

Ces subventions ont exclusivement pour but de provoquer des découvertes en facilitant la tâche de chercheurs qui auraient déjà fait leurs preuves en des travaux originaux et qui manqueraient des ressources suffisantes pour entreprendre ou poursuivre leurs investigations.

TABLEAU PAR ANNÉE

DES PRIX PROPOSÉS POUR 1914, 1915, 1916, 1917, 1918, ET 1923.

1914.

GÉOMÉTRIE.

PRIX FRANCŒUR.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES. — Perfectionner la théorie des fonctions d'une variable qui sont susceptibles de représentations par des séries trigonométriques de plusieurs arguments fonctions linéaires de cette variable.

PRIX PONCELET. — Mathématiques pures.

MÉCANIQUE.

PRIX MONTYON.

PRIX HENRI DE PARVILLE.

PRIX FOURNEYRON. — *Étude théorique et expérimentale de la question des turbines à combustion ou à explosion.*

PRIX PONCELET.

NAVIGATION.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS. — Destiné à récompenser tout progrès de nature à accroître l'efficacité de nos forces navales.

PRIX PLUMEY.

ASTRONOMIE.

PRIX PIERRE GUZMAN.

PRIX LALANDE.

PRIX VALZ.

PRIX JANSSEN. — Médaille d'or destinée à récompenser la découverte ou le travail faisant faire un progrès important à l'Astronomie physique.

PRIX DAMOISEAU. — Perfectionner les *Tables de Jupiter*, de Le Verrier.

GÉOGRAPHIE.

PRIX TCHIHATCHEF.

PRIX GAY. — Étudier la distribution des forces hydrauliques dans une région de montagnes. Exposer et décrire les méthodes et les instruments employés à cette recherche.

PRIX BINOUX.

PRIX DELALANDE-GUÉRINEAU.

PHYSIQUE.

PRIX HÉBERT.

PRIX HUGHES.

PRIX VICTOR RAULIN. — Météorologie et Physique du Globe.

PRIX LA CAZE.

CHIMIE.

PRIX JECKER.

PRIX CAHOURS.

PRIX MONTYON. — Arts insalubres.

PRIX LA CAZE.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

PRIX FONTANNES.

BOTANIQUE.

PRIX DESMAZIÈRES.

PRIX MONTAGNE.

PRIX DE COINCY.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

PRIX SAVIGNY.

PRIX THORE.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX MONTYON.

PRIX BARBIER.

PRIX BRÉBANT.

PRIX GODARD.

PRIX DU BARON LARREY.

PRIX BELLION.

PRIX MÈGE.

PHYSIOLOGIE.

Prix Montyon.
Prix Philipeaux.
Prix Lallemand.
Prix Pourat. — De l'origine des antiferments.
Prix L. La Caze.
Prix Martin-Damourette.

STATISTIQUE.

Prix Montyon.

HISTOIRE DES SCIENCES.

Prix Binoux.

PRIX GÉNÉRAUX.

Médaille Arago.
Médaille Lavoisier.
Médaille Berthelot.
Prix Henri Becquerel.
Prix Gegner.
Prix Lannelongue.
Prix Gustave Roux.
Prix Trémont.
Prix Wilde.
Prix Longhampt.
Prix Saintour (Sciences mathématiques).
Prix Henri de Parville.
Prix Victor Raulin.
Prix Houllevigue.
Prix Caméré.
Prix Jérôme Ponti.
Prix Bordin (Sciences physiques). — Étude de la nature et de l'origine des gaz et émanations du Globe terrestre.
Prix Serres.
Prix J.-J. Berger.
Prix Laplace.
Prix Félix Rivot.

1915.

Prix Bordin. — *Réaliser un progrès notable dans la recherche des courbes à torsion constantes; déterminer, s'il est possible, celles de ces courbes qui sont algébriques, tout au moins celles qui sont unicursales.*
Prix Boileau. — Hydraulique.
Prix G. de Pontécoulant. — Mécanique céleste.
Prix Gay. — Étudier la répartition des végétaux en Indo-Chine.
Prix Henri de Parville. — Travaux de Physique.
Prix Gaston Planté.
Prix Berthelot.
Prix Joseph Labbé.
Prix Thore. — Botanique.
Prix Jean de Rufz de Lavizon. — Physiologie végétale.
Prix Cuvier.
Prix da Gama Machado.
Prix Argut.
Prix Chaussier.
Prix Dusgate.
Prix Petit d'Ormoy.
Prix Pierson-Perrin.
Grand Prix des Sciences physiques. — Étudier une colonie française au point de vue de sa géologie, de sa minéralogie et de sa géographie physique.
Prix Leconte.
Prix Alhumbert.

1916

Prix Kastner-Boursault.
Prix Victor Raulin. — Géologie et Paléontologie.
Prix La Fons-Mélicocq.
Prix Parkin.
Prix Jean Reynaud.
Prix du Baron de Joest.

1917.

Prix Victor Raulin. — Minéralogie et Pétrographie.
Prix James Hall.

1918.

Prix Estrade-Delcros.
Prix Danton.

1923.

Prix Bigot de Morogues.

Fonds Bonaparte, 1914, 1915, 1916.

Cinq annuités de *cinquante mille francs* ont été mises, en 1912, à la disposition de l'Académie, par le prince Roland Bonaparte, pour l'encouragement des *recherches scientifiques* parmi les travailleurs n'appartenant pas à cette Compagnie.

Ces subventions ont exclusivement pour but de provoquer des découvertes en facilitant la tâche de chercheurs qui auraient déjà fait leurs preuves en des travaux originaux et qui manqueraient des ressources suffisantes pour entreprendre ou poursuivre leurs investigations.

PUBLICATIONS DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

En vente à la Librairie GAUTHIER-VILLARS, 55, quai des Grands-Augustins, PARIS.

COMPTES RENDUS HEBDOMADAIRES DES SÉANCES
de l'Académie des Sciences

Publiés par MM. les *Secrétaires perpétuels*.

IN-4 (28-23), HEBDOMADAIRE.

Collection complète, de 1835 à 1910; 151 volumes ..... 1890 fr.

Chaque année, sauf 1845, 1873 à 1892, 1896 à 1898, 1900 à 1902, 1904, 1905, *se vend séparément* ...... 25 fr.

Chaque volume, sauf les **Tomes 20, 21, 76 à 108, 110, 112, 114, 115, 122, à 127, 130, 132, 134, 138, 141**, se vend séparément ..... 15 fr.

Les **Comptes rendus** paraissent régulièrement chaque semaine depuis le 2e semestre de 1835, en un cahier de 32 à 40 pages, quelquefois de 80 à 120; ils forment, à la fin de l'année, *deux Volumes* in-4 (28-23), ensemble de 2400 à 3000 pages. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de noms d'auteurs, terminent chaque volume.

Prix pour un an (52 NUMÉROS):

Paris ..... 30 fr.
Départements ..... 40 fr.
Union postale ..... 44 fr.

L'abonnement est annuel et part de janvier.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS
des Séances de l'Académie des Sciences.

Par ordre de matières et par ordre alphabétique de noms d'auteurs.

4 VOLUMES IN-4 (28-23), SAVOIR:

Tables des Tomes **1** *à* **31** (1835-1850). In-4 (28-23); 1853 .. 25 fr.
Tables des Tomes **32** *à* **61** (1851-1865). In-4 (28-23); 1870 .. 25 fr.
Tables des Tomes **62** *à* **91** (1866-1880). In-4 (28-23); 1888 .. 25 fr.
Tables des Tomes **92** *à* **121** (1881-1895). In-4 (28-23); 1900 ..... 25 fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS
des Séances de l'Académie des Sciences.

Tomes I et II, 1856 *et* 1861, *séparément* ..... 25 fr.

MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

IN-4; TOMES I A LI, 1816 A 1910.

Chaque volume, à l'exception des Tomes ci-après indiqués, se vend séparément ..... 15 fr.
Le Tome XXXIII, avec Atlas, se vend séparément ..... 25 fr.
Le Tome LI, avec Atlas, se vend ..... 40 fr.
Les Tomes VI et XXI ne se vendent pas séparément.

Tables générales des travaux contenus dans les Mémoires de l'Académie.

Ire Série, Tomes I à XIV (an VI-1815), et IIe Série, Tomes I à XL (1816-1878); 1881 ..... 6 fr.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS PAR DIVERS SAVANTS
à l'Académie des Sciences (*Savants étrangers*).

2e SÉRIE. IN-4; TOMES I A XXXIV, 1827-1909.

Chaque volume se vend séparément ..... 15 fr.

Tables générales des travaux contenus dans les Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie.

Ire Série, Tomes I et II (1806-1811), et IIe Série, Tomes I à XXV (1827-1877); 1881 ..... 2 fr. 50

NOTICES NÉCROLOGIQUES

Lues à l'Académie (1886-1890). In-8 (25-16); 1891 .... 2 fr. 50

Notice sur J.-C. BOUQUET, par *G.-H. Halphen*. — Notice sur L.-F.-C. BREGUET, par *de Jonquières*. — Notice sur L.-R. TULASNE, par *E. Bornet*. — Notice sur E. LAGUERRE, par *H. Poincaré*. — Notice sur G.-H. HALPHEN, par *E. Picard*. — Notice sur E. PHILLIPS, par *H. Léauté*.

PASSAGE DE VÉNUS
Recueil de Mémoires relatifs à l'observation du passage de Vénus sur le Soleil, en 1874.

Tome I. — Ire PARTIE: *Procès-verbaux des séances tenues par la Commission*. In-4 (28-23); 1877 ..... 12 fr. 50 c.
— IIe PARTIE: *Mémoires divers*. In-4 (28-23), avec 7 planches; 1876 ..... 12 fr. 50 c.

Tome II. — Ire PARTIE: *Mission de Pékin* (Fleuriais). — *Mission de Saint-Paul* (Mouchez). In-4 (28-23), avec 26 pl.; 1878. 25 fr.
— IIe PARTIE: *Mission de Saint-Paul* (Rochefort et Ch. Vélain). — *Mission du Japon* (Janssen, Tisserand, Delacroix et Picard). — *Mission de Saïgon* (Héraud). — *Mission de Nouméa* (André). In-4 (28-23), avec figures et 36 planches; 1880 ..... 25 fr.

Tome III. — Ire PARTIE: *Mission de l'île Campbell* (Bouquet de la Grye). In-4 (28-23), avec 6 planches; 1882 .... 12 fr. 50 c.
— IIe PARTIE: *Mission de l'île Campbell* (H. Filhol). In-4 (28-23), avec atlas de 68 planches; 1885 ..... 25 fr.
— IIIe PARTIE: *Mesures des plaques photographiques*. In-4 (28-23), avec 2 planches; 1882 ..... 12 fr. 50 c.

Annexe: *Discussion des résultats obtenus avec les épreuves daguerriennes de la Commission française*, par *Obrecht*. In-4 (28-23); 1890 ..... 2 fr. 50 c.

MISSION DU CAP HORN
(1882-1883).

TOME I: **Histoire du Voyage**, par L.-F. MARTIAL. In-4 (28-23), avec 12 planches; 1888 ..... 25 fr.

TOME II: *Météorologie*, par J. LEPHAY. In-4 (28-23), avec 12 planches; 1885 (*Rare*).

TOME III: *Magnétisme terrestre*, par E.-O. LE CANNELLIER. — *Recherches sur la constitution chimique de l'atmosphère*, d'après les expériences du Dr *Hyades*, par MUNTZ et AUBIN. In-4 (28-23), avec 11 planches; 1886 (*Rare*).

TOME IV: **Géologie**, par le Dr P. HYADES. In-4 (28-23), avec 33 pl.; 1887 ..... 25 fr.

TOME V: **Botanique**. In-4 (28-23) de 400 pages; 1889 .... 25 fr.

TOME VI: **Zoologie**. Ce Tome est publié en 12 fascicules.

Ire Partie: In-4 (28-23) de 486 pages, avec 23 pl.; 1891 .. 45 fr.
Mammifères (*A. Milne-Edwards*); 10 fr. — *Oiseaux* (*E. Oustalet*); 25 fr. — *Poissons* (*L. Vaillant*); 4 fr. — *Anatomie comparée* (*H. Gervais*); 6 fr.

IIe Partie: In-4 (28-23) de 430 pages, avec 29 pl.; 1891 (*Rare*).
Insectes (*L. Fairmaire, Signoret, J. Mabille, P. Mabille, J.-M.-F. Bigot*); 20 fr. — *Arachnides* (*E. Simon*) (épuisé). — *Crustacés* (*Milne-Edwards*); 11 fr. — *Mollusques* (*de Rochebrune* et *J. Mabille*); 10 fr.

IIIe Partie: In-4 (28-23) de 376 pages, avec 36 pl.; 1891 .. 35 fr.
Priapulides (*J. de Guerne*); 2 fr. — *Bryozoaires* (*J. Jullien*); 8 fr. — *Echinodermes* (*E. Perrier*); 20 fr. — *Protozoaires* (*A. Certes*); 5 fr.

TOME VII: **Anthropologie. Ethnographie**; par le Dr P. HYADES et J. DENIKER. In-4 (28-23), avec 34 pl. et 1 carte en couleur; 1891. 25 fr.

La collection des sept Tomes en neuf volumes ..... 275 fr.

N° 25.

TABLE DES ARTICLES.

(Séance publique annuelle du **16** Décembre **1912.**)

50192 PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : Gauthier-Villars.

1912

DEUXIÈME SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME 155.

N° 26 (23 Décembre 1912).

PARIS,
GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE
DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,
Quai des Grands-Augustins, 55.

1912

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Toute Note manuscrite d'un Membre de l'Académie ou d'une personne étrangère ne pourra paraître dans le *Compte rendu* de la semaine que si elle a été remise le jour même de la séance.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Les *Comptes rendus* ne reproduisent pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin ; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* ne contiennent ni planches, ni figures.

Dans le cas exceptionnel où des figures seraient autorisées, l'espace occupé par ces figures comptera pour l'étendue réglementaire.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 DÉCEMBRE 1912.

PRÉSIDENCE DE M. LIPPMANN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse ampliation du Décret portant approbation de l'élection que l'Académie a faite de M. *J. Hadamard* pour occuper, dans la Section de Géométrie, la place vacante par le décès de M. *H. Poincaré*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **J. Hadamard** prend place parmi ses Confrères.

GÉOMÉTRIE. — *Sur les surfaces de translation.*
Note de M. **Gaston Darboux**.

A l'occasion sans doute de ses études sur les surfaces minima, Sophus Lie a été amené à considérer une classe générale de surfaces auxquelles il a donné le nom de *surfaces de translation* et qui sont engendrées de deux manières différentes par la translation d'une courbe invariable de forme. Elles peuvent être définies par des équations telles que les suivantes :

$$x = f(t) + f_1(t_1), \quad y = \varphi(t) + \varphi_1(t_1), \quad z = \psi(t) + \psi_1(t_1), \tag{1}$$

où $f, f_1, \ldots$ désignent des fonctions d'une seule variable. Les courbes dont la translation engendre la surface s'obtiennent en donnant une valeur constante, soit à t, soit à t_1. Quand ces deux courbes sont isotropes, la surface est minima.

Dans un Mémoire intitulé : *Bestimmung aller Flächen die in mehrfacher Weise durch Translationsbewegung einer Curve erzeugt werden*, et inséré en 1882 aux *Archiv for Mathematik og Naturvidenskab*, Lie s'est proposé de rechercher les surfaces qui peuvent, de deux ou de plusieurs manières, être représentées par un système d'équations de la forme (1), et il a obtenu la solution complète de cette belle et difficile question. Henri Poincaré est revenu sur ce sujet à deux reprises différentes : d'abord dans un Mémoire intitulé : *Remarques diverses sur les fonctions abéliennes* et inséré, en 1895, au Tome I (5e série) du *Journal de Mathématiques pures et appliquées* de notre confrère M. Jordan, puis dans son Mémoire *Sur les surfaces de translation et les fonctions abéliennes*, inséré en 1901 au Tome XXIX du *Bulletin de la Société mathématique de France*.

Je me propose de donner ici une solution nouvelle du même problème qui n'exige aucune connaissance de la théorie des fonctions abéliennes et me paraît se recommander par une grande simplicité.

On peut évidemment le formuler comme il suit :

Déterminer quatre systèmes de trois fonctions X_i, Y_i, Z_i *d'une même variable tels que les trois équations*

$$\sum_1^4 X_i = 0, \qquad \sum_1^4 Y_i = 0, \qquad \sum_1^4 Z_i = 0 \tag{2}$$

se réduisent à deux distinctes et laissent, par suite, subsister comme arbitraires deux des quatre variables dont dépendent les douze fonctions.

A chaque solution des équations (2) correspondent même, il ne sera pas inutile de le remarquer, trois solutions du problème qui seront respectivement fournies par les équations

$$\left\{\begin{aligned} x &= X_1 + X_2 = -X_3 - X_4, \\ y &= Y_1 + Y_2 = -Y_3 - Y_4, \\ z &= Z_1 + Z_2 = -Z_3 - Z_4; \end{aligned}\right. \tag{3}$$

$$\left\{\begin{aligned} x &= X_1 + X_3 = -X_2 - X_4, \\ y &= Y_1 + Y_3 = -Y_2 - Y_4, \\ z &= Z_1 + Z_3 = -Z_2 - Z_4; \end{aligned}\right. \tag{4}$$

$$\left\{\begin{aligned} x &= X_1 + X_4 = -X_2 - X_3, \\ y &= Y_1 + Y_4 = -Y_2 - Y_3, \\ z &= Z_1 + Z_4 = -Z_2 - Z_3. \end{aligned}\right. \tag{5}$$

Pour résoudre les équations (2) dans les conditions qui ont été indiquées,

différentions-les et posons

$$\frac{dY_i}{dX_i} = x_i, \qquad \frac{dZ_i}{dX_i} = y_i. \tag{6}$$

Nous admettrons dans la suite que x_i n'est pas une constante. Comme en combinant linéairement les équations (2) on peut toujours remplacer x_i par la fraction rationnelle à coefficients constants

$$\frac{a + bx_i + cy_i}{a_1 + b_1 x_i + c_1 y_i},$$

on voit que l'on peut toujours supposer x_i variable, à moins que y_i et x_i ne soient constants tous les deux, auquel cas la courbe (C_i) décrite par le point (X_i, Y_i, Z_i) serait une droite *de direction fixe* et ne pourrait qu'engendrer un cylindre par sa translation. Pour une telle surface, le problème que nous avons à résoudre ne se pose même pas.

Nous pourrons donc, dans ce qui va suivre, regarder x_i comme variable et admettre que X_i, Y_i, Z_i sont des fonctions de x_i. Alors la différentiation des équations (2) nous donnera les trois équations

$$\sum_1^4 dX_i = 0, \qquad \sum_1^4 x_i dX_i = 0, \qquad \sum_1^4 y_i dX_i = 0, \tag{7}$$

y_i étant comme les X_i, Y_i, Z_i une fonction $f_i(x_i)$ de x_i.

Pour que ces trois équations se réduisent à deux, il faut qu'on retrouve la troisième en ajoutant les deux premières après les avoir multipliées par des quantités convenablement choisies p et q, c'est-à-dire que l'on ait

$$p + qx_i = y_i = f_i(x_i). \tag{8}$$

Car il suffit de choisir p et q de telle manière que les coefficients de dX_1, dX_2, par exemple, soient nuls. Ceux de dX_3, dX_4 devront l'être aussi.

Au reste, les équations (8) ont une origine géométrique évidente. Elles expriment que les tangentes aux quatre courbes (C_i) sont dans le plan tangent

$$dZ = p\,dX + q\,dY, \tag{9}$$

à l'une quelconque des trois surfaces représentées par les équations (3), (4), (5).

Les équations (8) peuvent être considérées comme déterminant chaque

variable x_i en fonction de p et de q (¹). On en déduit par différentiation

(10) $$(f_i' - q)\,dx_i = dp + x_i\,dq,$$

et par suite x_i satisfait à l'équation aux dérivées partielles

(11) $$\frac{\partial x_i}{\partial q} = x_i \frac{\partial x_i}{\partial p},$$

qui joue un rôle essentiel dans notre analyse.

Comme X_i est une fonction de x_i, on en déduit d'abord que l'on aura aussi

(12) $$\frac{\partial X_i}{\partial q} = x_i \frac{\partial X_i}{\partial p},$$

ce qui donnera

(13) $$dX_i = \frac{\partial X_i}{\partial p}(dp + x_i dq).$$

Substituons ces valeurs de dX_i dans les deux premières équations (4), la troisième n'ayant pas à intervenir puisqu'elle est une conséquence des deux autres. Nous aurons quatre équations qui se réduiront aux trois suivantes :

(14) $$\sum \frac{\partial X_i}{\partial p} = 0, \qquad \sum x_i \frac{\partial X_i}{\partial p} = 0, \qquad \sum x_i^2 \frac{\partial X_i}{\partial p} = 0,$$

auxquelles il faudra joindre les équations (12).

Posons d'une manière générale

(15) $$\sum x_i^h \frac{\partial X_i}{\partial p} = A_h,$$

nos équations (14) pourront s'écrire

(16) $$A_0 = 0, \qquad A_1 = 0, \qquad A_2 = 0.$$

Nous allons établir des relations très simples entre les A_h.

En tenant compte de l'équation (12), on a évidemment

$$\sum x_i^h \frac{\partial X_i}{\partial q} = \sum x_i^{h+1} \frac{\partial X_i}{\partial p} = A_{h+1}.$$

Différentions les deux membres de cette équation par rapport à p. Nous

(¹) On écartera facilement le cas où p serait fonction de q et où, par conséquent, la surface cherchée serait développable.

aurons

$$\frac{\partial}{\partial p}\left(\sum x_i^h \frac{\partial X_i}{\partial q}\right) = \frac{\partial A_{h+1}}{\partial p}.$$

Mais le premier membre, X_i étant fonction de x_i, peut évidemment s'écrire

$$\frac{\partial}{\partial q}\left(\sum x_i^h \frac{\partial X_i}{\partial p}\right) = \frac{\partial A_h}{\partial q}.$$

On aura donc, pour toutes les valeurs positives ou négatives de h,

(17) $$\frac{\partial A_h}{\partial q} = \frac{\partial A_{h+1}}{\partial p}.$$

Faisons, par exemple, $h = 2$, il viendra, en vertu de la dernière équation (16),

(18) $$\frac{\partial A_3}{\partial p} = 0, \qquad A_3 = \mathcal{F}(q).$$

On aurait ensuite

$$\frac{\partial A_3}{\partial q} = \frac{\partial A_4}{\partial p},$$

ce qui donnerait

$$A_4 = p\mathcal{F}'(q) + \mathcal{F}'_1(q_1).$$

En continuant de la même manière, on trouverait pour A_h un polynome de degré $h - 3$ par rapport à p dont les coefficients seraient fonctions de q. Mais on peut, dans l'équation (14), faire d'autres hypothèses sur h, par exemple $h = 0$. Il vient alors

$$\frac{\partial A_{-1}}{\partial q} = 0,$$

ce qui donne

(19) $$A_{-1} = \mathcal{G}(p).$$

Cette nouvelle relation, jointe à la précédente (18), va nous donner la solution cherchée.

Soit en effet

(20) $$\theta(x) = x^4 + ax^3 + bx^2 + cx + e$$

l'équation du quatrième degré qui a pour racines x_1, x_2, x_3, x_4. Remplaçons-y x par x_i, multiplions-la par $x_i^h \frac{\partial X_i}{\partial p}$ et faisons la somme des résultats obtenus. Nous aurons

$$A_{h+4} + aA_{h+3} + bA_{h+2} + cA_{h+1} + eA_h = 0.$$

Quatre équations de ce genre, appliquées à quatre valeurs de h, permettraient de trouver les valeurs de a, b, c, e en fonction des quantités A_h dont les expressions en p et q s'obtiennent facilement comme nous l'avons indiqué. Nous allons voir qu'il suffit d'employer seulement celle qui correspond à la valeur $h = -1$.

On a alors en effet, A_0, A_1, A_2 étant nuls,

$$e = -\frac{A_3}{A_{-1}} = -\frac{\mathfrak{F}(q)}{\mathfrak{G}(p)},$$

ce qui donne

(21) $$x_1, x_2, x_3, x_4 = \frac{\mathfrak{F}(q)}{\mathfrak{G}(p)}.$$

Reportons-nous aux équations (2). Leur forme ne changera pas évidemment si l'on remplace la seconde par

$$\Sigma Y_i - h X_i = 0.$$

Cela revient à remplacer x_i par $x_i - h$. Alors l'équation (8) nous montre qu'il faut remplacer p par $p + qh$ et garder la valeur de q.

Dans ce changement, la valeur de la dérivée $\frac{\partial X_i}{\partial p}$ ne change pas. Quant à celle de A_3, elle devient

$$\sum (x_i - h)^3 \frac{\partial X_i}{\partial p} = A_3 - 3hA_2 + 3h^2 A_1 - h^3 A_0,$$

et ne change pas non plus puisque A_0, A_1, A_2 sont nuls en vertu des équations (14). L'équation (21) est donc remplacée par la suivante

(22) $$(x_1 - h)(x_2 - h)(x_3 - h)(x_4 - h) = \frac{-\mathfrak{F}(q)}{\mathfrak{G}(p + qh, h)},$$

que nous écrirons, pour plus de commodité, en remplaçant $\mathfrak{F}$ par $\frac{1}{G}$ et $\mathfrak{G}$ par $-\frac{1}{F}$, sous la forme suivante

(23) $$(x_1 - h)(x_2 - h)(x_3 - h)(x_4 - h) = \frac{F(p + qh, h)}{\mathfrak{G}(q)},$$

et qui doit avoir lieu pour toutes les valeurs de h.

F et G sont des fonctions inconnues; mais on peut les déterminer comme il suit:

Différentions cinq fois par rapport à h les deux membres de l'équation (23). Si, pour la simplicité des notations, nous considérons F comme

dépendante des seules variables $p' = p + qh$ et h, nous aurons

$$0 = q^5 \frac{\partial^5 F}{\partial p'^5} + 5q^4 \frac{\partial^5 F}{\partial p'^4 \partial h} + 10q^3 \frac{\partial^5 F}{\partial p'^3 \partial h^2} + 10q^2 \frac{\partial^5 F}{\partial p'^2 \partial h^3} + 5q \frac{\partial^5 F}{\partial p' \partial h^4} + \frac{\partial^5 F}{\partial h^5}.$$

Cette équation doit avoir lieu quel que soit q. Les coefficients des diverses puissances de cette variable doivent donc être nuls et, par suite, la fonction F doit être un polynome entier du quatrième degré par rapport aux variables p' et h.

Ce résultat nous suffit. On en déduit d'abord que $G(q)$ est le coefficient de la plus haute puissance de h dans le polynome $F(p + qh, h)$. Et l'on voit ensuite que, si l'on fait $h = x_i$, $p + qh$ devenant égal à y_i en vertu de la formule (8), on a la relation

(24) $$F(y_i, x_i) = 0,$$

qui représente une courbe du quatrième degré, lorsqu'on y regarde x_i, y_i comme les coordonnées d'un point du plan.

Si l'on y remplace x_i, y_i par leurs valeurs (6), l'équation (24) devient

(24 *bis*) $$F\left(\frac{dZ_i}{dX_i}, \frac{dY_i}{dX_i}\right) = 0,$$

et nous conduit immédiatement au résultat fondamental de Lie :

Les parallèles menées par un point fixe aux tangentes de l'une quelconque des courbes (C_i) *sont les génératrices d'un cône algébrique du quatrième ordre.*

Pour achever la solution du problème, il ne reste plus qu'à déterminer les fonctions X_i, Y_i, Z_i. On y parvient comme il suit :

Aux trois équations (14) joignons la suivante :

(25) $$\sum x_i^3 \frac{\partial X_i}{\partial p} = \frac{1}{G(q)},$$

où nous avons tenu compte du changement de notations par lequel on passe de l'équation (22) à l'équation (23). Si nous posons

$$\frac{\theta(x)}{x - x_i} = x^3 + \lambda x^2 + \mu x + \nu,$$

et que nous ajoutions à l'équation (25) les équations (14), après les avoir multipliées respectivement par ν, μ, λ, il viendra

$$\theta'(x_i) \frac{\partial X_i}{\partial p} = \frac{1}{G(q)},$$

et alors l'équation (13) nous donnera

$$(26) \qquad dX_i = \frac{dp + x_i dq}{\theta'(x_i)\,G(q)}.$$

Or, si l'on différentie l'équation

$$F(p + qx, x) = G(q)\,\theta(x) = 0,$$

qui détermine x_i et si l'on remplace ensuite x par x_i, il vient

$$G(q)\,\theta'(x_i)\,dx_i + \frac{\partial}{\partial y_i}F(y_i, x_i)(dp + x_i dq) = 0.$$

Portons la valeur de $dp + x_i dq$ dans l'équation (26). Nous trouverons

$$dX_i = -\frac{dx_i}{\frac{\partial}{\partial y_i}F(y_i, x_i)} = \frac{dy_i}{\frac{\partial}{\partial x_i}F(y_i, x_i)}.$$

Si nous tenons compte des relations (6), nous voyons que l'on peut écrire

$$(27) \quad dX_i = \frac{dx_i}{\frac{\partial}{\partial y_i}F(y_i, x_i)}, \qquad dY_i = \frac{x_i\,dx_i}{\frac{\partial}{\partial y_i}F(y_i, x_i)}, \qquad dZ_i = \frac{y_i\,dx_i}{\frac{\partial}{\partial y_i}F_i(y_i, x_i)}.$$

Ainsi les X_i, Y_i, Z_i sont les trois intégrales abéliennes de première espèce attachées à la courbe représentée par l'équation (24). Remarquons d'ailleurs qu'en reprenant notre démonstration en sens inverse, on établirait pour cette courbe le théorème d'Abel, dont nous n'avons pas, par conséquent, à faire état.

Les résultats que nous avons obtenus s'appliquent quand la courbe du quatrième ordre se décompose. Nous allons dire quelques mots des divers cas qui peuvent se présenter. Remarquons d'abord que nous pouvons parler indifféremment, soit de cette courbe, soit du cône engendré par les parallèles menées d'un point fixe aux tangentes des courbes (C_i).

Supposons d'abord que ce cône se décompose en un plan et un cône indécomposable du troisième ordre. Une des courbes (C_i) sera plane, mais il n'y aura, comme dans le cas général, que deux modes de génération pour chacune des trois surfaces représentées par les équations (3), (4), (5).

Si le cône se décompose en deux cônes du second degré qui soient eux-mêmes indécomposables, il est facile de mettre en évidence, pour une des trois surfaces représentées par les équations (3), (4), (5), une infinité

de modes de génération. Soit alors en effet

$$F(y, x) = A(y, x)\, B(y, x),$$

A et B désignant les facteurs du second degré, et supposons que les courbes (C_1), (C_2) par exemple correspondent aux solutions de l'équation

$$A(y, x) = 0,$$

alors on aura

$$(28) \qquad A(y_1, x_1) = 0, \qquad A(y_2, x_2) = 0, \qquad B(y_3, x_3) = 0, \qquad B(y_4, x_4) = 0.$$

Les intégrales relatives à l'une ou à l'autre des deux courbes (C_1), (C_2) sont données par les formules

$$(29) \qquad \frac{dX_i}{1} = \frac{dY_i}{x_i} = \frac{dZ_i}{y_i} = \frac{1}{B(y_i, x_i)} \frac{dx_i}{\frac{\partial}{\partial y_i} A(y_i, x_i)}.$$

On voit immédiatement qu'elles ne changeront pas si l'on substitue au polynome $A(x, y)\, B(y, x)$ le suivant

$$A(y, x)[B(y, x) - \rho A(y, x)],$$

où ρ désigne une constante arbitraire.

L'introduction de cette constante change évidemment l'expression des intégrales X_3, Y_3, Z_3, X_4, Y_4, Z_4, de sorte qu'à un même couple de courbes (C_1), (C_2) correspondent une infinité de couples (C_3), (C_4).

Ainsi celle des trois surfaces qui est représentée par l'équation (3) admet une infinité de modes de génération. Comme on peut, en général, choisir trois valeurs de ρ pour lesquelles le polynome

$$B(y, x) - \rho A(y, x)$$

se décompose en deux facteurs linéaires, on voit que, dans l'ensemble simplement infini de ces divers modes de génération, il y en aura trois, en général, pour lesquels (C_3), (C_4) seront des courbes planes.

Nous nous bornerons à ces remarques sur les cas particuliers qui peuvent se présenter. La méthode que nous avons suivie permettra de les étudier sans difficulté.

PHYSIQUE. — *Appareil électrique mesureur du temps pour la comparaison de deux phénomènes périodiques.* Note de M. G. LIPPMANN.

Souvent il est nécessaire de comparer entre eux avec précision deux mouvements périodiques, les marches de deux horloges astronomiques, par exemple. On a recours dans ce cas à la méthode bien connue des coïncidences. L'appareil que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie résout le même problème avec non moins de précision, mais d'une manière plus commode et plus rapide, il résout en même temps d'autres problèmes analogues dont la méthode des coïncidences ne donne pas la solution.

Cet appareil se compose essentiellement d'un axe O qui tourne d'un mouvement uniforme, sous l'action d'un moteur approprié, en faisant un tour en T secondes. Cet axe porte une tige métallique électrisée, laquelle, en passant, vient toucher un contact étroit α et produit ainsi un courant électrique de très courte durée. Le moment où le contact se produit dépend de la position de α, et l'on peut le faire varier *à volonté* et d'une manière *continue* en disposant du contact α. Ce contact peut être déplacé à volonté, à l'aide d'une manette que tient l'opérateur et amené en tel point qu'on voudra du cercle décrit par le bras électrisé.

Un deuxième contact β, commandé par une deuxième manette, indépendante de la première, permet de même d'obtenir un deuxième courant électrique instantané. On remarque dès lors qu'une fois α et β mis en place, l'intervalle de temps qui sépare les deux courants instantanés se lit sans difficulté sur l'appareil. Si, par exemple, la durée de révolution T est d'une seconde, et si l'angle $\alpha O \beta$ est égal aux $\frac{37}{100}$ de la circonférence, l'intervalle de temps en question est de 0,37 seconde.

Pour fixer les idées, indiquons quelques applications de cet appareil.

1° *Comparaison de deux horloges sidérales.* — Supposons qu'on veuille comparer entre elles deux horloges sidérales A et B. On réglera la vitesse de rotation de façon que le bras électrisé fasse un tour par seconde : l'observateur entend alors les battements de l'horloge qui se succèdent à un intervalle d'une seconde; d'autre part, les courants fournis par le contact α donnent dans un téléphone une série de coups secs qui se succèdent avec le même intervalle. L'observateur joue alors de la manette qui commande α jusqu'à ce que les deux séries de chocs, au lieu d'être décalées l'une par rapport à l'autre, coïncident constamment et à chaque seconde : l'oreille cons-

tate qu'il y a simultanéité entre les battements de l'horloge et le passage du bras électrisé sur α. Disons, pour abréger, que le contact α est « mis à l'heure » sur l'horloge A.

D'autre part, on dispose du contact β, indépendant de α, pour le mettre à l'heure sur l'horloge C. Cela fait, et les deux mises à l'heure étant réalisées simultanément, la mesure est terminée; il ne reste plus qu'à lire la distance angulaire entre α et β pour avoir le retard d'une des deux horloges sur l'autre : il serait de $0^s,37$ dans l'exemple numérique cité plus haut.

Il est prudent de faire les deux mises à l'heure simultanément, ou coup sur coup, afin d'éliminer l'influence que pourrait avoir une petite variation du moteur qui fait tourner le bras métallique.

On remarquera que l'observateur est ici maître, en jouant de la manette, de produire la coïncidence à son gré : il la modifie, la perfectionne à loisir, la fait se reproduire plusieurs secondes de suite, et il n'est pas obligé de compter les secondes. Il n'en est pas de même dans la méthode des coïncidences habituellement en usage : là, l'observateur est obligé de guetter une coïncidence; il entend l'écart du battement diminuer peu à peu pour passer par zéro et recroître ensuite; le moment de la coïncidence reste dans sa mémoire et il le fixe en comptant les secondes; s'il a un doute il lui faut attendre la coïncidence suivante. Il me paraît plus avantageux de produire quand on le veut la coïncidence, de la perfectionner et de la maintenir pendant *n* secondes de suite, sans avoir recours à sa mémoire et sans se préoccuper de compter les secondes.

Dans l'exemple précédent, on suppose que la « mise à l'heure » était faite par l'oreille; mais, dans d'autres cas, on pourra la faire visuellement. Le contact bref en α allume, pendant un temps très court, une lampe électrique de 2 volts, et l'on utilise l'éclair ainsi produit pour illuminer le balancier de l'horloge α; on joue de la manette jusqu'à ce que ledit balancier soit éclairé au moment de son passage par la verticale; même opération pour le contact β et l'horloge B; l'angle α O β donne alors l'intervalle de temps qui sépare les deux passages par la verticale.

On compare deux chronomètres comme on compare deux horloges, par signaux acoustiques, ou bien visuellement, en mettant à l'heure sur le passage des balanciers par leur position d'équilibre. Il peut y avoir avantage dans ce cas à se servir de la méthode des éclairs. En effet, l'amplitude des oscillations du balancier d'un chronomètre varie, comme on le sait, d'une manière irrégulière et considérable; il s'ensuit que le moment où a lieu le signal acoustique donné par l'instrument ne se produit pas toujours dans la

même phase de l'oscillation et que, quand bien même le balancier passerait par sa position à des intervalles de temps parfaitement égaux, les échappements et les bruits des battements se produiraient avec des retards irréguliers. Mieux vaut donc opérer directement sur le balancier, en visant son passage par la position d'équilibre.

2° *Réception des signaux de la tour Eiffel.* — L'observateur se propose de mesurer le retard de ces signaux sur les battements de la pendule. Il met à l'heure le contact α sur sa pendule, le contact β sur les signaux rythmés de la tour Eiffel. L'angle $\alpha O \beta$ mesure la fraction de seconde qu'on désire connaître.

3° *Émission des signaux horaires.* — Une des horloges de l'Observatoire émet périodiquement un signal qui déclenche l'onde hertzienne en passant par plusieurs intermédiaires.

Il y a lieu de tenir compte d'abord de la correction ρ qu'il faut faire subir à l'indication de l'horloge pour avoir l'heure de Paris, correction calculée à l'Observatoire. Il faut, en outre, tenir compte de la somme σ des retards qui se produisent dans les relais et autres organes interposés entre l'horloge et l'antenne, somme qu'on mesure par des expériences spéciales. Telle est du moins la méthode qu'on applique actuellement.

Avec l'appareil tournant décrit plus haut, on opérerait de la manière suivante : l'opérateur met le contact α à l'heure sur l'horloge de l'Observatoire; un second contact α' est maintenu à une distance angulaire du premier égale à ρ, de sorte que les sons donnés au téléphone par α' coïncident avec la seconde exacte de l'heure de Paris. Enfin, l'observateur dispose d'un contact β qui déclenche les ondes hertziennes à travers les intermédiaires habituels; il déplace à l'aide d'une manette le contact β jusqu'à ce que les signaux émis par la tour Eiffel, qu'il entend au téléphone, coïncident exactement pour l'oreille avec les secondes marquées par α'. Dès lors, grâce au réglage de α', qui donne la seconde exacte, grâce au réglage de β, qui met la tour Eiffel à l'heure sur α', les corrections ρ et σ sont faites par l'appareil lui-même, et les ondes hertziennes partent à l'heure exacte de Paris.

En résumé, dans l'appareil tournant décrit plus haut, chaque point du bras électrisé décrit une circonférence qui est un axe du temps parcouru d'une manière *continue;* et, en vertu de cette continuité, l'appareil sert à mesurer des intervalles de temps comme un rapporteur sert à mesurer des angles.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur la recherche et le dosage du phosphore blanc libre dans le sesquisulfure de phosphore.* Note de M. TH. SCHLŒSING fils.

Le sesquisulfure de phosphore doit, dans la fabrication des allumettes, être exempt de phosphore blanc; son emploi vise, en effet, à proscrire complètement ce dernier corps pour raison d'hygiène. Il y a par suite une réelle utilité à savoir reconnaître et doser les petites quantités de phosphore blanc qu'est susceptible de renfermer un sesquisulfure commercial.

On a proposé, pour y parvenir, divers moyens, fondés notamment sur la décharge de l'électroscope par conductibilité de l'air contenant de la vapeur de phosphore (Chenk-Scharss) ou encore sur les caractères (phosphorescence et combustion avec flamme verte donnant de l'acide phosphorique) d'un courant d'hydrogène ayant passé sur le sesquisulfure examiné (LÉO VIGNON, *Comptes rendus*, 1905).

Il semble bien que ces moyens, fort intéressants d'ailleurs, ne doivent guère fournir une détermination quantitative un peu précise du phosphore blanc. Quoi qu'il en soit, j'ai cherché à réaliser autrement une telle détermination.

L'emploi des dissolvants a été considéré en l'espèce comme ne menant à rien. Effectivement, si l'on utilise un bon dissolvant du phosphore, par exemple le sulfure de carbone, qui dissout très bien aussi le sesquisulfure, il arrive qu'après élimination du dissolvant on n'est pas beaucoup plus avancé qu'auparavant : on se trouve en présence d'un résidu comprenant, avec le phosphore blanc, la totalité ou une grande partie du sesquisulfure.

Mais il m'a semblé que si, au lieu d'un bon dissolvant du phosphore et du sesquisulfure, on choisissait un médiocre dissolvant, c'est-à-dire un liquide dans lequel le sesquisulfure et même aussi le phosphore ne présenteraient qu'une faible solubilité, le résultat serait tout différent. En s'y prenant convenablement, on ferait passer dans le liquide, avec très peu de sesquisulfure, la totalité du phosphore blanc, celui-ci étant par hypothèse très peu abondant dans le produit analysé. Dès lors, dans le résidu de l'évaporation du dissolvant ou d'une partie du dissolvant, la proportion du phosphore blanc deviendrait beaucoup plus forte; le problème de la déter mination de ce phosphore blanc serait considérablement simplifié.

Les quantités relatives de sesquisulfure et de dissolvant à mettre en œuvre ne seront pas ici quelconques. Pour le poids choisi de sesquisulfure, on tendra à faire usage du moindre volume de dissolvant; mais ce poids

et ce volume devront fournir des quantités de matières dosables et être tels d'ailleurs que tout le phosphore blanc puisse être dissous. Les chiffres présentés plus loin préciseront les idées sur ce point.

J'ai employé comme dissolvant l'éther de pétrole rectifié, soit la portion distillée au-dessous de 45°; cette portion a représenté à peu près la moitié d'un éther de pétrole du commerce.

A titre d'exemples, je rapporterai deux des expériences, assez nombreuses, que j'ai faites.

I. 20g de sesquisulfure sont agités vivement pendant quelques minutes avec 125cm³ d'éther de pétrole. On laisse le liquide se clarifier un instant par repos et, s'il ne se clarifie pas rapidement, on le filtre, sans attendre davantage, sur un tampon d'amiante, en observant, ce qui est important, toutes précautions pour éviter les pertes d'éther par évaporation. On prend 100cm³ de liquide clair, qu'on introduit dans un petit ballon exactement taré et qu'on évapore en faisant le vide à la trompe à eau, le ballon restant dans de l'eau à 15° ou 20°. Puis on pèse le ballon, sans oublier d'y envoyer d'abord un peu d'air pour en chasser entièrement la vapeur d'éther de pétrole; on a le poids du résidu, renseignement déjà instructif.

La dissolution qui s'est formée par l'agitation du sesquisulfure avec l'éther de pétrole, n'est pas très stable. Après s'être clarifiée, elle peut se troubler en quelques minutes ou quelques heures. Un précipité blanc, un peu jaunâtre, y apparaît, dans lequel il est aisé de reconnaître la présence de soufre et de phosphore. C'est à cause de cette altération possible de la dissolution qu'il est recommandé plus haut de filtrer si la clarification spontanée ne se fait pas vite; sur le liquide filtré, on prélève tout de suite le volume à évaporer.

La rectification indiquée de l'éther de pétrole écarte les petites quantités de pétrole relativement lourd qui demeureraient avec le résidu après l'évaporation ou qui ne s'élimineraient que moyennant une élévation de température susceptible d'entraîner des pertes de matières à doser, sesquisulfure et surtout phosphore, s'il y en a.

Les résultats ci-après ont été obtenus par le procédé appliqué, d'une part, à du sesquisulfure purifié par cristallisation dans le sulfure de carbone et, d'autre part, au même sesquisulfure additionné de petites quantités de phosphore blanc. Pour faire cette addition, on a ajouté au sesquisulfure un volume convenable d'une solution titrée de phosphore blanc dans du sulfure de carbone, puis fait disparaître totalement ce liquide par évaporation dans le vide.

J'ai déterminé la composition du résidu d'évaporation, outre son poids. J'en ai, dans ce but, opéré l'attaque par l'acide nitrique à froid, en aidant la réaction, comme l'a ingénieusement indiqué M. Berger (*Comptes rendus*, 2e semestre, 1906), avec un peu de bromure de potassium. Je n'ai pas manqué de chauffer assez longtemps la dissolution pour bien faire passer le soufre à l'état d'acide sulfurique (Berger), précaution que j'ai reconnue très utile, en vue du dosage par le sulfate de baryum. Le phosphore a été déterminé sous forme de phosphomolybdate d'ammonium.

Les conditions de l'expérience ont donc été : 20g sesquisulfure traités, vers 20°, par 125cm³ éther de pétrole; 100cm³ décantés pour les dosages.

Résultats rapportés aux 125^{cm^3} *de liqueur totale.*

		A. Sesquisulfure pur.			B. Sesquisulfure pur additionné de 200^{mg} de phosphore blanc (soit 1 pour 100).
Résidu d'évaporation de l'éther de pétrole			mg 284		mg 433
Excès sur 284^{mg}			»		149
Analyse du résidu.	P	164	295	300	443
	S	131		143	
	$\frac{P}{S}$	$\frac{164}{131}$	$= \frac{55,6}{44,4}$	»	»
Rapport théorique dans le sesquisulfure				$\frac{P^4}{S^3} = \frac{56,4}{43,6}$	

Les différences 295 — 284 et 443 — 433 devraient être nulles si les opérations étaient parfaites. Le phosphore ajouté en B ne s'est pas retrouvé entièrement dans l'éther de cet échantillon; une portion a dû donner avec le sesquisulfure un peu d'un sulfure, dont une fraction seulement s'est dissoute. Il n'est resté à l'état libre que 300^{mg} — 164^{mg}, la différence étant à diminuer du phosphore correspondant à ce sulfure. En réalité, le poids de phosphore demeuré libre a été à peu près de 120^{mg}, pour 20^{g} de sesquisulfure, soit de 0,6 pour 100.

Ce faible excès de 0,6 pour 100 contenu en B a entraîné, par rapport à A, un accroissement considérable du résidu d'évaporation, 433^{mg}-284^{mg}, soit 52 pour 100. En outre, tandis que la proportion du phosphore libre était dans le produit B de 0,6 pour 100 de sesquisulfure, c'est-à-dire pratiquement impossible à saisir nettement par le dosage du phosphore et du soufre, elle s'est trouvée, dans le résidu, de 120^{mg} pour 433^{mg} — 120^{mg} de sesquisulfure accompagné d'un peu d'un autre sulfure, soit de 38 pour 100.

J'ai constaté que l'acide phosphoreux et l'acide phosphorique, constamment présents dans les sesquisulfures commerciaux, ont des solubilités absolument négligeables dans l'éther de pétrole. La solubilité du phosphore blanc dans l'éther de pétrole rectifié que j'ai employé, est de l'ordre de 8^{g} par litre.

II. *Autre exemple.* — 40^{g} sesquisulfure traités, vers 15°-20°, par 50^{cm^3} d'éther de pétrole; 25^{cm^3} décantés pour les dosages.

Résultats rapportés aux 50^{cm^3} *de liqueur totale.*

		A. Sesquisulfure pur.		B. Sesquisulfure pur additionné de 171^{mg} de phosphore blanc (soit 0,43 pour 100).
Résidu d'évaporation........		105^{mg}		239^{mg}
Excès sur 284^{mg}............		»		134
Analyse du résidu. P......	60,0	106	197	245
S......	46,0		48	
$\frac{P}{S}$......	$\frac{60,0}{46,0}$	$= \frac{56,6}{43,4}$	»	»

L'échantillon B contenait environ 130^{mg} de phosphore demeuré libre, soit 0,32 de phosphore pour 100 de sesquisulfure. A cette proportion de 0,32 pour 100 a correspondu, par rapport à A, un accroissement du poids du résidu de $239^{mg} - 105^{mg}$, soit de 130 pour 100 environ. La proportion de phosphore libre est devenue, dans le résidu, de 130^{mg} pour $239^{mg} - 130^{mg}$ de sesquisulfure, soit de 120 pour 100.

Ces exemples suffisent à montrer tout le progrès réalisé, au point de vue analytique, par le traitement à l'éther de pétrole.

Lorsqu'on agite dans un flacon du sesquisulfure renfermant une quantité même très minime de phosphore blanc, on voit, en observant avec attention dans l'obscurité, se produire à la température ordinaire une lueur plus ou moins marquée. On peut accroître beaucoup la sensibilité de ce mode d'examen en opérant non plus sur le sesquisulfure lui-même, mais sur le résidu qu'on en a extrait comme il vient d'être dit, et, pour pouvoir produire l'agitation du résidu, en le mêlant à du sable. J'introduis un peu de sable quartzeux fin dans le ballon qui reçoit l'éther de pétrole après traitement du sesquisulfure; j'évapore complètement dans le vide; je chasse par un courant d'air la vapeur d'éther restante; puis j'agite le sable dans le ballon (sans attendre trop longtemps, afin que le phosphore ne se soit pas oxydé). Des traces infimes de phosphore blanc donnent ainsi une lueur très perceptible dans l'obscurité.

PHYSIQUE. — *Sur les gaz spontanément ionisés.* Note de M. **Gouy.**

Dans une Note récente (1), j'ai répondu d'avance à une partie des

(1) *Comptes rendus*, 25 novembre 1912.

observations de M. C.-G. Darwin [1], en faisant remarquer que la contradiction entre la théorie cinétique et le principe de Carnot peut disparaître, si les ions prennent naissance sur les parois en même temps qu'au sein du gaz, suivant une relation déterminée.

Cette émission par les parois, quelque difficulté qu'elle puisse présenter pour la théorie cinétique, semble liée au principe de Carnot; elle doit remplacer la simple réflexion qui a lieu pour les molécules, et qu'on ne peut guère admettre pour des particules électrisées. Il est très probable, en effet, qu'en général les électrons sont absorbés par la paroi (métallique), et que les ions positifs lui enlèvent un électron, et repartent ainsi à l'état de molécules neutres.

L'effet des rencontres entre ions et molécules finira toujours par être négligeable dans un gaz très raréfié; on ne peut donc pas y trouver la solution du problème posé, qui envisage précisément ce cas [2].

Je suis du reste d'accord avec M. Darwin pour penser que, si le principe de Carnot était rigoureusement vérifié en dehors du champ magnétique, il le serait encore dans ce champ. Si donc l'expérience montrait l'existence du courant que j'ai envisagé, le rôle du champ magnétique se bornerait à rendre sensible l'existence d'une dérogation latente au principe de Carnot, qui, en dehors du champ, ne produirait que des différences minimes de température et de pression, inaccessibles à l'observation.

M. P. **Francotte** fait hommage à l'Académie d'un exemplaire de plusieurs de ses Mémoires.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie de scrutin, à l'élection d'un Vice-Président pour l'année 1913.

Au premier tour de scrutin, le nombre de votants étant 46,

M. P. **Appell** réunit l'unanimité des suffrages exprimés.

---

(1) *Comptes rendus*, 2 décembre 1912.

(2) *Comptes rendus*, 14 octobre 1912.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection de deux Membres de la Commission administrative pour 1913.

MM. **Émile Picard** et **R. Zeiller** réunissent l'unanimité des suffrages.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Correspondant pour la Section de Chimie, en remplacement de M. *Cannizzaro*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre de votants étant 51,

M. Guntz	obtient	30 suffrages
M. Charpy	»	18 »
M. Barbier	»	1 suffrage

Il y a 2 bulletins nuls.

M. **Guntz**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est élu Correspondant pour la Section de Chimie.

L'Académie procède, par la voie de scrutin, à l'élection d'un Correspondant pour la Section de Minéralogie, en remplacement de M. *Zirkel*, décédé.

Au premier tour de scrutin le nombre de votants étant 44,

M. Lehmann	obtient	40 suffrages
M. Walcott	»	3 »

Il y a 1 bulletin nul.

M. **Lehmann**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est élu Correspondant pour la Section de Minéralogie.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte qu'elle a faite en la personne de Sir *George Darwin*, Correspondant pour la Section de Géographie et de Navigation, décédé le 7 décembre 1912.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** invite l'Académie à lui faire connaître ceux de ses Membres qui seraient disposés

à représenter son Département au 3e Congrès international du Froid, qui se tiendra à Chicago, au mois de septembre 1913.

M. le Secrétaire perpétuel signale parmi les pièces imprimées de la correspondance :

1° Le numéro 1 du *Bulletin de la Section scientifique de l'*Académie Roumaine ;

2° Plusieurs Fascicules et Cartes des *Matériaux pour la Carte géologique de la Suisse ;*

3° *Atlas météorologique pour l'année* 1911, d'après vingt-cinq stations françaises, par G. Eiffel, avec la collaboration de Ch. Goutereau. (Présenté par M. J. Violle.)

MM. **Pierre Boutroux**, **Carré**, **René Garnier**, **A. Grouvelle**, **M. Léger**, **Oswald**, **Ronarch**, **Th. Rosset**, **Giuseppe Sterzi**, **Ch. Tellier**, **Terroine** adressent des remercîments pour les distinctions que l'Académie a accordées à leurs travaux.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la source de l'électricité des étoiles.* Note de M. **Kr. Birkeland.**

Dans ma Note précédente, *Sur l'origine des planètes et de leurs satellites*, j'ai montré qu'il existe dans le plan équatorial magnétique du Soleil une série de *cercles-limites* autour desquels des corpuscules électriques, émanés *de l'équateur* du corps central, peuvent s'accumuler et continuer ensuite tout le temps leur révolution.

Il n'existe, dans tout l'espace, aucune courbe-limite pour une multitude de trajectoires des corpuscules émis même par toute la surface du Soleil, sauf ces cercles dans le plan susmentionné.

Des détails sur ce théorème et sur les expériences indiquées ci-dessous ne tarderont pas à être publiés.

Il reste encore cependant, dans cette théorie, un point délicat, c'est que nous sommes obligés d'admettre que le Soleil possède une tension *négative* très grande par rapport à l'espace ambiant.

Les résultats obtenus par différents savants expérimentateurs [Richardson [1] et d'autres] sur l'émission des électrons et termions des corps à de très hautes températures, émission qui augmente en fonction exponentielle avec celles-ci, nous permettent de supposer que le Soleil, à sa température, émet des quantités énormes soit d'électrons, soit de termions positifs et négatifs. Toutefois, dans les expériences, on a trouvé

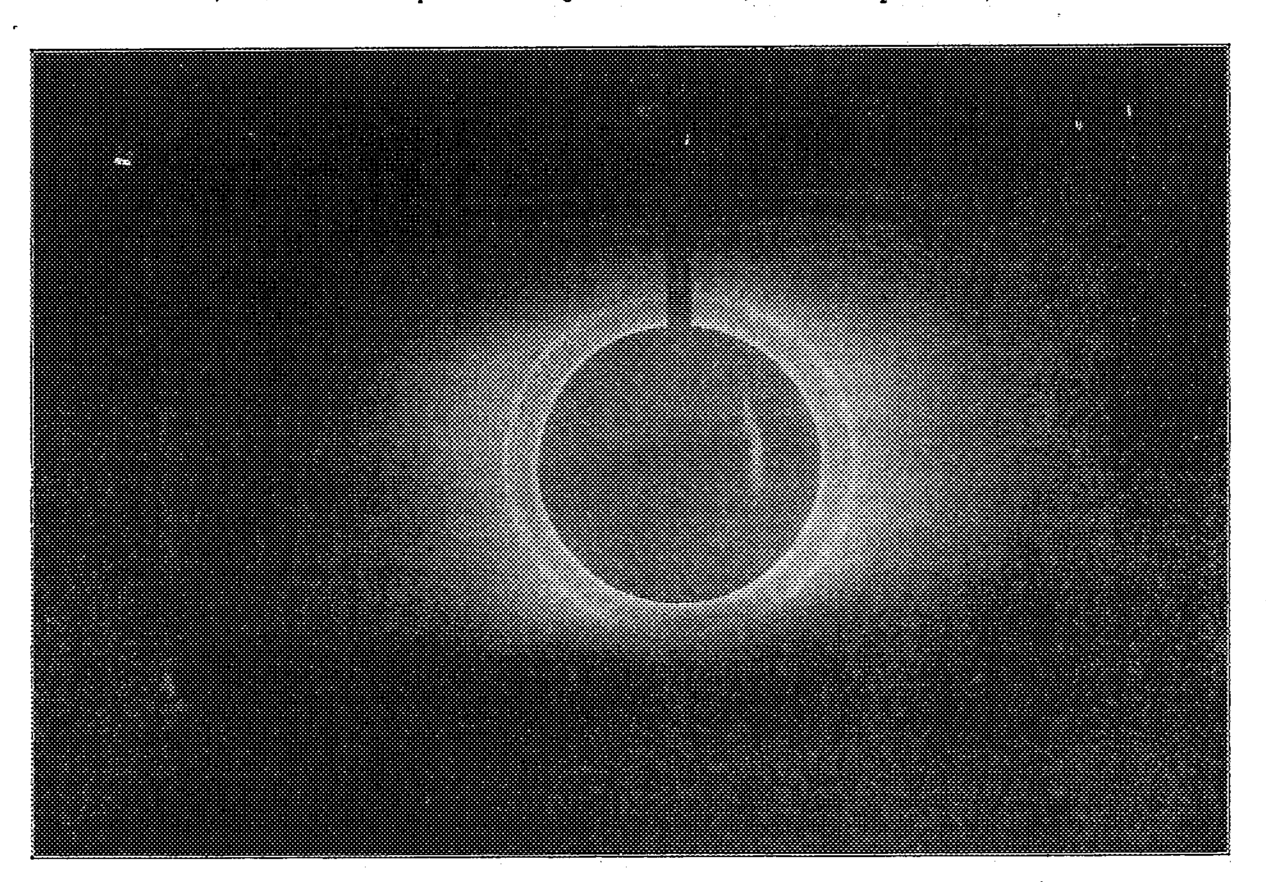


Fig. 1. — Décharge d'un globe-cathode de 24^{cm} de diamètre faiblement magnétisé.

le plus souvent un surplus dans la perte des corpuscules négatifs, de sorte qu'on s'attendra plutôt à une charge positive résultante pour le Soleil.

M. Garett [2] a montré, cependant, qu'en chauffant du phosphate d'aluminium jusqu'à 1200° C., il faudrait donner un potentiel négatif de 1,2 volt pour arrêter l'émission prépondérante des atomes *positifs*.

J'ai trouvé récemment qu'une cathode de palladium à — 6000 volts (l'anode au zéro)

---

(1) *Phil. Mag.*, t. XX, 1910, et t. XXII, 1911.

(2) *Phil. Mag.*, t. XX, 1910, p. 583.

émet à 1200° C. des corpuscules positifs en grand nombre, bien qu'à cette température ils soient cependant moins nombreux que les corpuscules négatifs.

En tenant compte de toutes les analogies expérimentales avec les phénomènes solaires indiqués dans mes Notes antérieures, je crois que le Soleil et les étoiles deviennent négatifs par leur radiation.

La figure 1 nous montre l'analogie avec la couronne du Soleil, produite par un globe-cathode de 24^{cm} de diamètre faiblement aimanté. On s'est servi d'un courant de décharge continu de 100 milliampères dans un vase d'une capacité de 320 litres. La couronne doit être produite par l'émission des électrons, émanant directement du Soleil, ou en partie par l'arrachement des électrons hors des ions ou molécules dans l'espace environnant le Soleil. Cette dissociation peut se produire par l'intervention de la lumière solaire et entraîner une absorption très considérable de l'énergie lumineuse dans l'atmosphère ambiante, « the dusky veil », comme le suppose Pickering et d'autres, bien que Julius [1] ait récemment trouvé que moins de $\frac{1}{1000}$ de la radiation totale du Soleil est due à l'enveloppe atmosphérique en dehors de la photosphère.

Dans ma Note précédente j'ai lancé l'idée qu'on pourrait admettre qu'il existe en moyenne dans tout l'espace jusqu'à 10 atomes volants par centimètre cube, sans que cette hypothèse utile semble être contredite ni par des raisons d'optique, ni par la résistance que doivent en ce cas éprouver des corps célestes en mouvement, ni par l'absorption des rayons corpusculaires dans l'espace. Il peut se faire que, près du Soleil, la densité de ces atomes volants soit énormément plus forte et que, par l'arrachement des électrons, l'énergie lumineuse soit en partie transformée en énergie des rayons cathodiques.

La figure 2 nous montre des analogies avec des taches solaires environnées de tourbillons allant en sens contraire sur les deux hémisphères du Soleil, comme l'a découvert Hale.

La première partie de cette figure montre les décharges sans aimantation, tandis que les deux autres correspondent à un cas magnétique ; le pôle nord est en haut. Les décharges disruptives sortent des points qui correspondent aux taches solaires et se produisent de préférence dans une atmosphère d'hydrogène extrêmement raréfiée, avec un peu de vapeur d'huile de vaseline. Les éruptions se succèdent régulièrement; dans l'intervalle entre deux d'entre elles on aura la décharge tranquille représentée dans la

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences d'Amsterdam*, 1912.

figure 1. Avant chaque éruption, la tension augmente et le courant de décharge diminue, par exemple respectivement de 30 pour 100 et de 75 pour 100, puis l'éclat vient et les conditions deviennent normales. Il est évident qu'il se forme autour du globe une enveloppe isolante de molécules de gaz ou de ions d'une nature complexe (¹) et que cette atmosphère est transpercée par intervalles par l'éruption électrique.

Ce phénomène nous rappelle l'expérience bien connue faite avec un tube

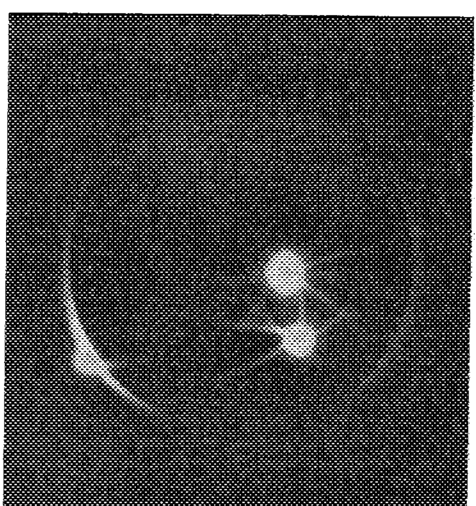
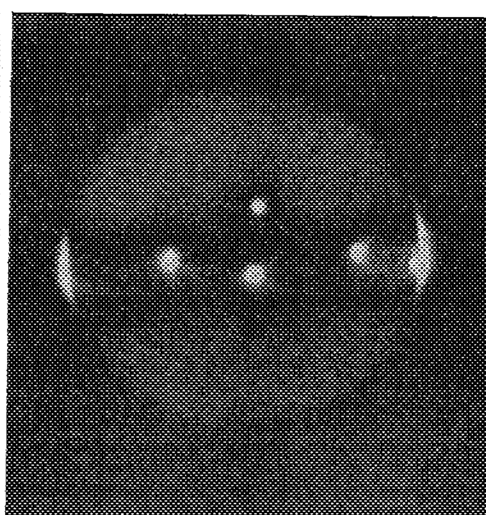
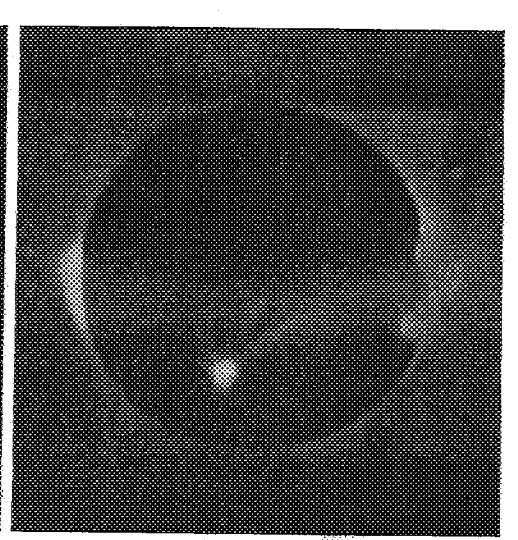




Fig. 2. — Décharges disruptives sortant des taches, cas non magnétique et cas magnétique. Pôle Nord en haut.

de Wehnelt, qui peut s'éteindre si la cathode devient trop chaude. On croit que sous l'influence de la haute température la cathode émet tant d'ions positifs qu'il se forme autour d'elle une atmosphère de haute résistance.

Si les choses se passent ainsi sur le Soleil, la période undécennale des taches correspond peut-être à une période de fatigue pour l'émission des ions positifs ou à une période de résistance pour l'enveloppe des molécules ou ions, qui forment pour ainsi dire autour du Soleil une atmosphère isolante.

(¹) Cf. J.-J. Thomson, *Phil. Mag.*, t. XXI, 1911, p. 225.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *La matière satellitaire en rapport avec la densité des planètes, leur durée de rotation et leur structure superficielle.* Note de M. E. BELOT, présentée par M. Bigourdan.

Plusieurs éléments caractéristiques des planètes (densité, durée de rotation, structure superficielle) peuvent avoir entre eux des rapports faciles à préciser si l'on admet l'hypothèse suivante :

HYPOTHÈSE. — *Le système satellitaire d'une planète ne se compose pas seulement des satellites isolés qui gravitent autour d'elle, mais de masses m, qui, primitivement satellites, sont venues, par la résistance du milieu et l'attraction centrale, se condenser dans sa région équatoriale.* Cette hypothèse est vérifiée par la rotation plus rapide de la zone équatoriale des astres de grande masse (Soleil, Jupiter, Saturne) et par la densité relativement faible de la surface des planètes comparée à celle des satellites isolés.

Les densités. — Dans l'atmosphère primitive très étendue d'une planète, la résistance du milieu agit plus efficacement sur les matières satellitaires légères que sur les matières denses : ces dernières peuvent subsister à l'état de satellites isolés, alors que les premières se précipiteront sur la planète. Ainsi, la densité des couches terrestres superficielles est 2,5 et, en tenant compte des océans, ne dépasse pas 1,5, tandis que la densité de la Lune est 3,3. De même, d'après les inégalités connues (TISSERAND, t. II, Chap. XIII), les densités superficielles sont au plus 0,81 pour Jupiter et 0,26 pour Saturne, alors que la densité de leurs satellites est notablement plus élevée.

Soit une planète ayant une densité moyenne Δ, un aplatissement $\frac{1}{\alpha}$ et dont le rayon équatorial est pris pour unité; sa masse sera $\frac{4}{3}\pi\Delta\left(1-\frac{1}{\alpha}\right)$. La durée de révolution T_1 d'un satellite rasant l'équateur de la planète sera donnée par la troisième loi de Képler, avec l'approximation que comporte son application :

$$(1) \qquad T_1^2 = \frac{3\pi}{f\Delta\left(1-\frac{1}{\alpha}\right)} \qquad (f \text{ constante de l'attraction});$$

en prenant comme unités l'heure et la densité de l'eau, on a

$$\sqrt{\frac{3\pi}{f}} = 3,309.$$

En calculant T_1 par les divers satellites isolés, C. Flammarion, en 1872, a comparé les valeurs T_1 avec les durées de rotation T des différentes planètes : le rapport $\frac{T}{T_1}$ varie de 17 pour les planètes à forte densité, à 2,5 pour les grosses planètes à faible densité. Il suit de là que la matière satellitaire m a dû jouer un rôle prépondérant pour accélérer la rotation des planètes et, d'après ce qui précède, pour en diminuer la densité : ainsi la faible densité et la rotation rapide des grosses planètes seraient dues à la forte proportion de matière m qu'elles contiennent.

Les durées de rotation. — Considérons maintenant la distance d (en rayons équatoriaux) où un satellite a sa durée de révolution égale à la durée T de rotation de la planète. On a

(2) $$T^2 = T_1^2 d^3.$$

La distance où un satellite a une durée de révolution donnée augmente avec la masse de la planète : par suite d croît avec la densité Δ. Portant en abscisses les Δ et en ordonnées les d pour Mars, Jupiter et Saturne qui ont des satellites rapprochés, on trouve que la courbe représentative est la parabole

(3) $$\Delta^2 = 3,205 d - 5,304,$$

d'où, en combinant avec (1) et (2),

(4) $$T^2 = 0,336 \Delta^{-1} \left(1 - \frac{1}{\alpha}\right)^{-1} (\Delta^2 + 5,304)^3,$$

Pour une valeur donnée de α, l'expression précédente a un minimum correspondant à $\Delta = 1,03$.

La valeur minima de T est $9^h 35^m$ pour $\alpha = 15$ et $9^h 45^m$ pour $\alpha = 10$; ces durées sont, en effet, inférieures à la durée de rotation $9^h 50^m$ de Jupiter.

Les formules précédentes permettent de calculer T pour Uranus et Neptune. Pour Uranus, avec $\Delta = 1,05$ et $\alpha = 11$ (*Annuaire* 1910), on trouve $T_1 = 3^h,388$; le calcul direct de T_1 par Titania donne $T'_1 = 3^h,23$.

La valeur $\alpha = 64$ correspondant aux données de l'*Annuaire* 1912 dépasse la valeur $\alpha = 46$, limite qu'Östen Bergstrand a obtenue par le mouvement des apsides d'Ariel; et, d'autre part, la distance d'Ariel (6,57), admise par cet astronome, est en discordance avec la distance 16,11 de Titania, lorsqu'on applique la troisième loi de Képler : par Ariel on trouve ainsi $T''_1 = 3^h,59$. Avec cette valeur et $\Delta = 1,27$ (valeur exagérée de la densité)

on trouve $T_U = 11^h 18^m$. Avec $T_1 = 3^h,388$ et $\Delta = 1,05$, on trouve $T_U = 10^h 19^m$.

La moyenne de ces deux valeurs de T_U est $10^h 48^m$, qui diffère peu de la durée obtenue par Lowell par la méthode spectroscopique.

Pour Neptune, avec les éléments de l'*Annuaire* 1910, $\Delta = 1,62$, $\alpha = 15$, la formule (1) donne $T_1 = 2^h,691$, qui concorde bien avec la valeur $2^h,672$ que l'on calcule directement par le satellite. La durée de rotation donnée par (4) est alors $T_N = 10^h 27^m$.

La structure superficielle. — L'hypothèse de l'agglomération plus ou moins tardive de matière satellitaire dans la zone équatoriale des planètes peut encore expliquer divers phénomènes intéressant la Géologie, l'Orogénie et la Météorologie primitives, et dont quelques-uns ont été signalés dans notre *Essai de Cosmogonie tourbillonnaire :*

1° La discontinuité de densité des couches terrestres, que fait déjà soupçonner le mode de propagation des ondes sismiques;

2° Les périodes glaciaires, qui peuvent dépendre de l'apport discontinu de satellites aqueux ou, d'après Arrhénius, de la composition variable qui a pu en résulter pour l'atmosphère primitive.

3° Les mouvements tangentiels et les charriages de grandes nappes découvertes par les géologues et notamment par M. Termier. Si la matière satellitaire m avait la même vitesse de rotation que la planète primitive, son adjonction à celle-ci dans la zone équatoriale produirait des nappes et des ondes de plissement se propageant suivant le méridien de l'équateur aux pôles. Ainsi les Alpes calcaires ont été charriées venant du Sud au-dessus de l'écorce préexistante. Mais la vitesse de rotation de la matière m dépasse toujours celle de la planète; les ondes de plissement sont donc, en général, inclinées sur le méridien comme les bandes sombres observées dans les régions équatoriales de Jupiter et de Saturne, et comme certains traits ou reliefs de la Terre et de Mars dans ces régions.

Sur Jupiter la tache rouge pourrait appuyer notre démonstration. Pour la Terre les lignes de rupture et la structure des rides côtières montrent une préférence remarquable pour la direction des parallèles dans la région intertropicale. Enfin les chaînes pyrénéenne, hercynienne, calédonienne, huronienne marquent des ridements à peu près concentriques au pôle, et dont les plus anciens sont aussi ceux qui se sont propagés le plus loin de l'équateur.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'intégration des fonctions mesurables.* Note de M. **D.-Th. Egoroff.**

M. Lusin vient de résoudre [1] le problème des fonctions primitives pour toutes les fonctions mesurables [2], en indiquant le moyen de construire une fonction continue $F(x)$ admettant pour dérivée une fonction mesurable donnée $f(x)$, sauf aux points d'un ensemble de mesure nulle. Du reste, à une fonction $f(x)$ donnée correspond une famille de fonctions primitives $F(x)$, deux fonctions quelconques de la famille différant par une fonction continue à dérivée nulle, sauf aux points d'un ensemble de mesure nulle.

Les recherches récentes sur l'intégration, d'autre part, ayant considérablement élargi la classe des fonctions *intégrables* (fonctions intégrables au sens de Riemann, fonctions sommables, fonctions totalisables), il n'est pas superflu, peut-être, de rappeler que le problème, dont la solution a été donnée par M. Lusin, ne peut pas être résolu, dans toute sa généralité, au moyen d'un procédé d'intégration quelconque généralisant les procédés de Riemann et de M. Lebesgue.

Il est évident, en effet, que les deux propriétés

1° $$\int_a^c + \int_c^b = \int_a^b$$

2° $$\int_a^b f(x)\,dx \geqq 0 \qquad (f(x) \geqq 0 \text{ pour } a \leqq x \leqq b)$$

appartiennent à toutes les intégrales généralisées, qui s'obtiennent par divers passages à la limite en partant des sommes composées avec les valeurs de la fonction, multipliées par des quantités positives (longueurs d'intervalles, mesures des ensembles).

Or, soit $f(x)$ une fonction positive (ou bien, du moins, non négative) dans l'intervalle considéré. Comme on a

$$\int_a^{x+h} f(x)\,dx - \int_a^x f(x)\,dx = \int_x^{x+h} f(x)\,dx,$$

[1] *Recueil mathématique de Moscou*, t. XVVIII; *Comptes rendus*, 17 juin 1912.

[2] Le problème n'a pas de sens pour une fonction qui est infinie aux points d'un ensemble de mesure non nulle.

l'intégrale de $f(x)$ est une fonction croissante (ou bien, du moins, non décroissante) dans l'intervalle considéré. Une fonction arbitraire $f(x)$ étant une différence de deux fonctions non négatives

$$\text{(A)} \qquad \frac{1}{2}[|f(x)|+f(x)], \qquad \frac{1}{2}[|f(x)|-f(x)],$$

l'intégrale généralisée serait toujours une fonction à variation bornée. Or une fonction à variation bornée a une dérivée finie et *sommable*, sauf aux points d'un ensemble de mesure nulle [1]. On en conclut que l'intégration généralisée, appliquée à une fonction positive non sommable, ne saurait donner qu'un résultat infini.

En résumé, on voit bien que tout procédé d'intégration, possédant les propriétés 1° et 2°, n'est pas apte à résoudre dans toute sa généralité le problème des fonctions primitives résolu par M. Lusin ; il ne peut réussir (les fonctions sommables mises à part) que pour une classe plus ou moins restreinte de fonctions non bornées ni supérieurement ni inférieurement, l'intégrale d'une telle fonction étant, pour ainsi dire, la vraie valeur de l'expression indéterminée $\infty - \infty$.

Je finirai en remarquant que l'expression d'une fonction arbitraire $f(x)$ par la différence des deux fonctions (A), augmentées d'une constante positive quelconque, nous conduit immédiatement à ce résultat : les fonctions primitives de M. Lusin sont des différences de fonctions continues, partout croissantes, sauf aux points d'un ensemble de mesure nulle.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur les propriétés de l'intégrale de M. Denjoy.* Note de M. **N. Lusin**, présentée par M. Émile Picard.

I. Il est bien connu que la notion de l'intégrale de M. Lebesgue est intimement liée à celle de fonction à variation bornée. On sait d'ailleurs que la notion de l'intégrale définie a été étendue par M. Denjoy dans une Note récente (1er avril 1912). Le but de cette Note est de montrer que la notion de l'intégrale au sens de M. Denjoy conduit immédiatement à une classe nouvelle de fonctions continues qu'il est naturel d'appeler *fonctions à variation bornée généralisée.*

---

(1) Voir p. ex. : Lebesgue, *Leçons sur l'intégration*, p. 128.

II. Soit $F(x)$ une fonction continue dans un intervalle $(a, b)(a < b)$; soit P un ensemble parfait (dense ou non) donné sur (a, b).

Désignons par Σ un système d'un nombre fini (soit N) d'intervalles

$$(\Sigma) \qquad \Delta_1, \ \Delta_2 \ \Delta_3, \ \ldots, \ \Delta_N,$$

qui jouit des propriétés suivantes :

1° Les intervalles Δ_i et Δ_j $(i \neq j)$ n'ont pas deux points communs;

2° Tout point de P est un point d'un de ces intervalles (les extrémités comprises);

3° Tout intervalle Δ_i contient à l'intérieur (au sens large) au moins un point de P.

Désignons par M_i et m_i les maximum et minimum de $F(x)$ dans l'intervalle $\Delta_i (i = 1, 2, 3, \ldots, N)$ et formons la somme v

$$v = \sum_{i=1}^{i=N} (M_i - m_i).$$

Nous dirons que la fonction $F(x)$ est *fonction à variation bornée pour l'ensemble parfait* P, s'il existe un nombre fini K tel qu'on ait toujours

$$v < K,$$

quel que soit le système d'intervalles Σ ayant les propriétés énoncées.

On déduit aisément de cette définition que le nombre v tend vers une limite déterminée quand la mesure du système Σ tend vers la mesure de P et quand le maximum de la longueur des intervalles employés $\Delta_1, \Delta_2, \Delta_3, \ldots, \Delta_N$ tend vers zéro. Nous désignerons cette limite par v_P $(v_P \leq K)$ et l'appellerons *la variation totale de* $F(x)$ *pour l'ensemble parfait* P.

Nous dirons qu'une fonction $F(x)$ continue dans (a, b) est *une fonction à variation bornée généralisée dans* (a, b), si, quel que soit un ensemble parfait P situé sur (a, b), il existe toujours un intervalle Δ ayant les propriétés suivantes :

1° Les points communs à l'intervalle Δ et l'ensemble P forment un ensemble parfait. Désignons-le par P_Δ;

2° La fonction $F(x)$ est à variation bornée pour l'ensemble P_Δ.

III. Ces définitions très élémentaires permettent d'obtenir les résultats suivants :

Théorème I. — *Toute intégrale indéfinie de M. Denjoy est une fonction continue à variation bornée généralisée.*

Théorème II. — *Toute fonction* $F(x)$ *continue et à variation bornée généralisée dans un intervalle* (a, b) *a une dérivée finie, sauf aux points d'un ensemble de mesure nulle.*

Théorème III. — *La condition* nécessaire *et* suffisante *pour qu'une fonction* $F(x)$ *continue et à variation bornée généralisée soit l'intégrale indéfinie de sa dérivée au sens de M. Denjoy est que la variation totale de* $F(x)$ *(supposée existante)* v_P *pour tout ensemble parfait* P *de mesure nulle soit nulle.*

On voit bien que l'intégrale de M. Denjoy et les fonctions à variation bornée généralisée présentent une analogie avec l'intégrale de M. Lebesgue et les fonctions à variation bornée.

IV. On pourrait même poursuivre cette analogie jusqu'à la théorie des séries trigonométriques, mais dans ce cas elle est incomplète. En effet, on a le théorème suivant :

Théorème. — *Si* $F(x)$ *est une fonction continue et à variation bornée généralisée dans l'intervalle* $(0, 2\pi)$, *la série trigonométrique de Fourier de* $F(x)$ *est partout convergente, sauf peut-être les points d'un ensemble non dense de mesure nulle.*

Enfin, pour faire l'application de l'intégrale de M. Denjoy à la théorie des séries trigonométriques, il suffit de démontrer pour cette intégrale le second théorème de la moyenne.

Théorème. — *Si* $f(x)$ *est une fonction totalisable dans* (a, b) *et* $\Phi(x)$ *est une fonction continue et monotone dans* (a, b), *on a l'égalité*

$$\int_a^b f(x)\,\Phi(x)\,dx = \Phi(a)\int_a^\xi f(x)\,dx + \Phi(b)\int_\xi^b f(x)\,dx,$$

où $a \leqq \xi \leqq b$, *les intégrales étant prises au sens de M. Denjoy.*

On le démontre *de proche en proche* (voir la Note citée de M. Denjoy).

En partant de ce théorème, on généralise sans difficulté *la notion de la série de Fourier.*

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'existence des dérivées.* Note de M. **P. Montel**, présentée par M. Émile Picard.

1. M. H. Lebesgue a démontré qu'une fonction d'une variable x dont les nombres dérivés sont *bornés* dans l'intervalle $(0, 1)$, par exemple, admet une dérivée presque partout dans cet intervalle, c'est-à-dire admet une dérivée sauf peut-être pour les points d'un ensemble de mesure nulle. Je me propose d'établir qu'il en est de même pour une fonction $f(x)$ dont les nombres dérivés sont *finis* en chaque point de l'intervalle $(0, 1)$.

Soient Λ_d et λ_d les nombres dérivés supérieur et inférieur à droite, Λ_g et λ_g les nombres dérivés correspondants à gauche. Montrons d'abord que $\Lambda_d = \lambda_d$ presque partout. S'il n'en était pas ainsi, il existerait un nombre positif α tel que l'ensemble des points pour lesquels $\Lambda_d - \lambda_d$ est supérieur à 2α ait une mesure non nulle. On déduit de là l'existence d'un ensemble E_1 de mesure positive s pour les points duquel on a

$$(1) \qquad \lambda_d < p\alpha, \qquad \Lambda_d > (p+1)\alpha,$$

p étant un entier [1].

Enfermons les points de l'ensemble complémentaire de E_1 dans une infinité dénombrable d'intervalles sans point commun deux à deux et dont la somme des longueurs soit inférieure à $1 - \frac{s}{2}$. Les points non intérieurs à ces intervalles forment un ensemble parfait E_2 contenu dans E_1 et dont la mesure est au moins égale à $\frac{s}{2}$.

Soit P un point de E_2 : si dans un intervalle assez petit de milieu P, les points de E_2 forment un ensemble de mesure nulle, je dirai que P est un point de mesure nulle; sinon, P sera un point de mesure non nulle. L'ensemble E_3 des points de E_2 qui ont une mesure non nulle est un ensemble parfait ayant la même mesure que E_3 et tel que toute partie de cet ensemble E_3, si petite soit-elle, ait une mesure positive.

L'ensemble des points de E_3 autour desquels l'un des nombres Λ_g ou λ_g n'est pas borné est non dense sur E_3 [2]. On peut donc extraire de l'en-

[1] Cf. W.-H. Young et G. Chisholm Young, *Proceed. London Math. Soc.*, 1911, p. 325.

[2] Cf. P. Montel, *Leçons sur les séries de polynomes à une variable complexe*, p. 109.

semble E_3 un ensemble parfait E_4 de mesure positive, en chacun des points duquel les nombres Λ_g et λ_g sont bornés. Soient $u_1, u_2, \ldots, u_n, \ldots$ les segments contigus à E_4 et $V(u_n)$ le maximum de la valeur absolue de l'accroissement de $f(x)$ pour deux points de u_n. M. Denjoy a démontré que l'ensemble des points appartenant à un ensemble parfait E_4 autour desquels la série des nombres $V(u_n)$ est divergente est non dense sur E_4 (1). On peut donc extraire de E_4 un ensemble E de mesure positive tel que, en tout point de E, les inégalités (1) soient vérifiées, les nombres Λ_g et λ_g soient bornés et la série $\Sigma V(u_n)$ étendue à tous les segments u_n contigus à E soit convergente. Si l'on évalue alors l'accroissement $f(1)-f(0)$ en utilisant d'une part les intervalles u_n et les nombres Λ_d, Λ_g, λ_g et d'autre part les intervalles u_n et les nombres λ_d, Λ_g, λ_g on aboutit à une contradiction. Les mêmes raisonnements, appliqués aux différences $\Lambda_g - \lambda_g$ et $\Lambda_d - \Lambda_g$, conduisent au théorème :

Une fonction $f(x)$ dont les nombres dérivés sont finis en chaque point d'un intervalle admet une dérivée presque partout dans cet intervalle.

2. Il résulte de la proposition précédente que la suite d'opérations imaginée par M. Denjoy (2) pour passer d'une dérivée finie à la fonction primitive peut être aussi utilisée pour les nombres dérivés finis. On peut d'ailleurs l'établir facilement et en déduire une démonstration directe du théorème que nous avions en vue. Mais la démonstration précédente, qui doit être rapprochée de celle que M. W.-H. Young et Mme G.-Ch. Young (3) ont donnée du théorème de M. Lebesgue, ne fait intervenir ni la notion d'intégrale indéfinie ni celle de nombre transfini. En outre, elle se prête aisément à la généralisation qui suit.

3. Supposons que la fonction $f(x)$ puisse admettre des nombres dérivés infinis pour un ensemble de valeurs de x en lesquelles $f(x)$ n'est pas nécessairement continue.

La mesure de l'ensemble des points pour lesquels $f(x)$ admet une dérivée est la même que celle de l'ensemble des points où les nombres dérivés sont finis.

En particulier, si $f(x)$ est à variation bornée, on sait que l'ensemble des

(1) *Comptes rendus*, t. 154, 1912, p. 859.
(2) *Loc. cit.* et *Comptes rendus*, t. 154, 1912, p. 1075.
(3) *Loc. cit.*

points où l'un des nombres dérivés est infini a une mesure nulle : on retrouve ce résultat qu'une fonction continue ou non, à variation bornée, a une dérivée presque partout.

On voit aussi que, pour qu'une fonction n'admette de dérivée en aucun point de l'intervalle $(0, 1)$, il est nécessaire que l'ensemble des points où l'un des nombres dérivés est infini ait pour mesure l'unité; c'est le cas, par exemple, de la fonction continue sans dérivée de Weierstrass.

Enfin le théorème précédent est encore applicable aux fonctions qui ne sont définies que pour les points d'un ensemble parfait.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les séries de Fourier convergentes presque partout.* Note de M. **W.-H. YOUNG**, présentée par M. Émile Picard.

1. Il est souvent d'importance de savoir si une série de Fourier donnée est convergente, sauf pour les valeurs de x formant un ensemble de mesure nulle. Fatou [1] fut le premier à aborder la question. Ses résultats ont été notablement étendus par Jerosch [2] et par Weyl [3]. Mais tous les théorèmes sur le sujet, jusqu'à présent obtenus, résultent comme simples corollaires du théorème général que je vais démontrer.

2. THÉORÈME. — *Soit $f(x)$ une fonction sommable, et*

$$f(x) \sim \frac{1}{2} a_0 + \sum_{n=1} (a_n \cos nx + b_n \sin nx),$$

la série

$$\sum_{n=1} n^{-p} (a_n \cos nx + b_n \sin nx), \tag{1}$$

converge presque partout, p étant un nombre positif (> 0) quelconque.

Soient

$$S_n(x) = \sum_{r=1}^{r=n} r^{-q} (a_r \cos rx + b_r \sin rx), \qquad s_n(x) = \sum_{r=1}^{r=n} r^{-q} \cos rx \qquad (0 < q < p).$$

---

(1) *Acta mathematica*, t. XXX.

(2) *Mathematische Annalen*, t. LXVI.

(3) *Ibid.*, t. LXVII.

D'après une formule connue,

$$S_n(x) = \frac{1}{\pi}\int_{-\pi}^{\pi} s_n(u) f(x+u)\,du.$$

Or

$$2s_n(x)\sin\frac{1}{2}x = \sin\frac{1}{2}x + \sum_{r=1}^{r=n} r^{-q}\left[\sin\left(r+\frac{1}{2}\right)x - \sin\left(r-\frac{1}{2}\right)x\right]$$

$$= n^{-q}\sin\left(n+\frac{1}{2}\right)x + \sum_{r=2}^{r=n}[(r-1)^{-q} - r^{-q}]\sin\left(r-\frac{1}{2}\right)x.$$

Donc

$$(2)\qquad 2\pi S_n(x) = n^{-q}t_n + \sum_{r=2}^{r=n}[(r-1)^{-q} - r^{-q}]\,t_{r-1},$$

où

$$(3)\quad |n^{-k}t_n| = \left|\int_{-\pi}^{\pi} f(x+u)\left(\operatorname{coséc}\frac{1}{2}u\right)^{1-k}\left[n^{-k}\sin\left(n+\frac{1}{2}\right)u\left(\operatorname{coséc}\frac{1}{2}u\right)^{k}\right]du\right|$$

$$\leqq \int_{-\pi}^{\pi}|f(x+u)|\left(\operatorname{coséc}\frac{1}{2}u\right)^{1-k} C_k\,du \qquad (0<k<q),$$

C_k étant, comme on le voit facilement, une constante dépendant seulement de k (¹). Cette formule suppose que l'intégrale qui en forme le dernier membre existe, ce qui aura lieu, d'après un théorème que j'ai déjà démontré (²), sauf pour des valeurs de x formant un ensemble de mesure nulle, comme $f(x)$ et $\left(\operatorname{coséc}\frac{1}{2}x\right)^{1-k}$ sont des fonctions sommables. Désignant donc par $F(x)$ la valeur finie de cette intégrale en un point x n'appartenant pas à l'ensemble de mesure nulle, on aura

$$\pi|S_n(x)| \leqq F(x)\left\{n^{-q+k} - \sum_{r=1}^{r=n+1}[r^{-q} - (r+1)^{-q}]r^k\right\} \leqq B\,F(x) \qquad (0<k<q),$$

où B est une constante finie indépendante de n. Par conséquent les limites supérieures et inférieures d'indétermination de $S_n(x)$ en chacun de ces points sont finies.

Mais par un théorème bien connu d'Abel, si la série $u_1 + u_2 + \ldots$ a ses limites d'indétermination finies, la série

$$\sum_{n=1} n^{-p+q}u_n \qquad (q<p)$$

(¹) Voir W.-H. Young, *The convergence of certain series involving the Fourier Constants of a Function* (*Royal Soc. Proc.*, A, t. LXXXVII, 1912, p. 221).

(²) *Comptes rendus*, t. 155, p. 30 (séance du 1er juillet 1912).

est convergente. La convergence de la série (1) est donc assurée presque partout.

3. Par un raisonnement tout à fait analogue, on démontre aussi que *la série*

$$\sum_{n=1} n^{-q}(b_n \cos nx - a_n \sin nx)$$

converge presque partout. Il suffit en effet de prendre, au lieu de

$$\sum_{r=1} r^{-q} \cos rx,$$

la série auxiliaire

$$\sum_{r=1} r^{-q} \sin rx.$$

4. Pour voir que les théorèmes de Weyl et ses prédécesseurs ne sont que des cas spéciaux d'un cas déjà spécialisé du théorème du paragraphe 2, il suffit de remarquer que, d'après le théorème de Riesz-Fischer, qui fut antérieur à celui de Weyl, le résultat de ce dernier prend la forme suivante : Si $\Sigma(A_n \cos nx + B_n \sin nx)$ est la série de Fourier d'une fonction *à carré sommable*, la série $\Sigma n^{-p}(A_n \cos nx + B_n \sin nx)$, *où* $p \geqq \frac{1}{6}$, converge presque partout.

5. Enfin, en modifiant légèrement le raisonnement des paragraphes 2 et 3, on obtient un résultat plus général, n^{-p} étant remplacé par $(\log n)^{-1-p}$, ou bien par une expression dont l'ordre de grandeur est encore moindre.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la réduction des substitutions linéaires.* Note de M. S. **Lattès**, présentée par M. Émile Picard.

Je voudrais signaler dans cette Note une forme réduite qu'on peut donner à toute substitution linéaire; cette nouvelle forme paraît être plus avantageuse, pour certaines questions d'analyse, que la forme classique bien connue [1]. Cette dernière contient explicitement les *racines* $S_1, S_2, \ldots, S_n$ de l'équation caractéristique de la substitution. La nouvelle

[1] Voir, par exemple, l'article de M. J. Drach, dans l'*Encyclopédie des Sciences mathématiques* (*Théorie des formes et des invariants* I_2, § 41).

forme que je propose contient les *coefficients* de la même équation et elle peut être déduite de la substitution donnée par des opérations rationnelles.

I. Soit

$$\Delta(S) = S^n - c_1 - c_2 S - c_3 S^2 - \ldots - c_n S^{n-1} = 0 \qquad (1)$$

l'équation caractéristique de la substitution.

Supposons d'abord qu'à chacune des racines distinctes de $\Delta(S)$ ne corresponde qu'un seul diviseur élémentaire; si, par exemple, n est égal à 4, $\Delta(S)$, décomposé en ses diviseurs élémentaires, sera supposé avoir l'une des formes suivantes :

$$(S-S_1)(S-S_2)(S-S_3)(S-S_4); \quad (S-S_1)^2(S-S_2)(S-S_3);$$
$$(S-S_1)^2(S-S_2)^2; \quad (S-S_1)^3(S-S_2); \quad (S-S_1)^4,$$

où S_1, S_2, S_3, S_4 sont différents; autrement dit, $\Delta(S)$ comprend un seul *produit élémentaire* (¹), ce qu'on sait reconnaître par des opérations rationnelles.

La nouvelle forme réduite est alors la suivante :

$$Y_1 = y_2, \quad Y_2 = y_3, \quad \ldots, \quad Y_{n-1} = y_n, \quad Y_n = c_1 y_1 + c_2 y_2 + \ldots + c_n y_n, \qquad (2)$$

où $c_1, c_2, \ldots, c_n$ sont les coefficients de l'équation (1).

II. Dans le cas général, on peut décomposer $\Delta(S)$ sous la forme suivante :

$$\Delta(S) = \Delta_1(S).\Delta_2(S)\ldots\Delta_k(S),$$

$\Delta_1(S)$, $\Delta_2(S)$, ... étant les *produits élémentaires*. A chacune des racines distinctes de Δ_i ne correspond dans Δ_i qu'un seul diviseur élémentaire. Soit, par exemple,

$$\Delta(S) = (S-S_1)^4(S-S_1)(S-S_2)^2(S-S_2)^2(S-S_2)(S-S_3)^3(S-S_3),$$

la décomposition de $\Delta(S)$ en ses diviseurs élémentaires; on aura

$$\Delta_1(S) = (S-S_1)^4(S-S_2)^2(S-S_3)^3,$$
$$\Delta_2(S) = (S-S_1)(S-S_2)^2(S-S_3),$$
$$\Delta_3(S) = (S-S_2).$$

En général, chacun des polynomes $\Delta_1, \Delta_2, \ldots, \Delta_k$ est divisible par le

(¹) Pour la définition de ce terme, proposé par M. J. Drach, voir son article de l'*Encyclopédie* (p. 394).

suivant. *Soient*

$$\Delta_1(S) = S^p - c_1 S - c_2 S^2 - \ldots - c_p S^{p-1},$$
$$\Delta_2(S) = S^q - d_1 S - d_2 S^2 - \ldots - d_q S^{q-1},$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$

ces polynomes qu'on sait déterminer par des opérations rationnelles.

La forme réduite comprend alors k groupes d'équations analogues aux suivants :

$$(3)\quad \begin{cases} Y_1 = y_2, & Y_2 = y_3, & \ldots, & Y_{p-1} = y_p, & Y_p = c_1 y_1 + c_2 y_2 + \ldots + c_p y_p, \\ Z_1 = z_2, & Z_2 = z_3, & \ldots, & Z_{q-1} = z_q, & Z_q = d_1 z_1 + d_2 y_2 + \ldots + d_q y_q, \\ \ldots\ldots, & \ldots\ldots, & \ldots, & \ldots\ldots, & \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{cases}$$

Si les coefficients de la substitution donnée appartiennent à un certain domaine de rationalité, on peut donner une forme réduite analogue à (5) dont les coefficients appartiennent au domaine.

Les formes réduites (2), (3) s'établissent aisément si l'on part des conditions générales d'équivalence de deux substitutions linéaires : il suffit de démontrer que le déterminant caractéristique de la substitution donnée a les mêmes diviseurs élémentaires que le déterminant caractéristique de la substitution (2) ou (3), ce qui est facile.

III. Parmi les applications pour lesquelles il a un avantage, tout au moins pédagogique, à utiliser la forme réduite (3) plutôt que la forme réduite classique, je citerai la discussion des systèmes différentiels linéaires à coefficients constants. Un pareil système étant donné, la forme réduite (3) permettra de le ramener à la forme

$$\begin{matrix} \frac{dy_1}{dx} = y_2, & \frac{dy_2}{dx} = y_3, & \ldots, & \frac{dy_p}{dx} = c_1 y_1 + c_2 y_2 + \ldots + c_p y_p, \\ \frac{dz_1}{dx} = z_2, & \frac{dz_2}{dx} = z_3, & \ldots, & \frac{dz_q}{dx} = d_1 y_1 + d_2 y_2 + \ldots + d_q y_q, \\ \ldots\ldots, & \ldots\ldots, & \ldots, & \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \end{matrix}$$

c'est-à-dire, en définitive, à un système de k équations différentielles linéaires à coefficients constants d'ordre p, q, ... La discussion, dans toute sa généralité, d'un pareil système et la résolution deviennent très simples si l'on a les formules de passage permettant de transformer une substitution linéaire en sa forme réduite (3). On peut donner une règle simple permettant d'écrire explicitement ces formules de passage, au moins pour le cas I. Mais je développerai ce point, en même temps que d'autres applications des formes réduites (2) et (3), dans un travail plus étendu qui paraîtra ultérieurement.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations linéaires aux différences finies.* Note de M. **Nörlund**, présentée par M. Appell.

Dans une Note précédente ([1]), j'ai considéré une classe assez générale d'équations linéaires aux différences finies dont les coefficients se représentent par des séries de facultés. J'ai indiqué certains développements pour les solutions de ces équations; mais la démonstration de la convergence de ces développements demande des explications un peu longues. La difficulté provient notamment de ce fait que la série de facultés, en général, ne converge pas absolument dans tout son domaine de convergence. Dans cette Note je considère un cas particulier de ces équations où cette difficulté ne se présente pas, et où l'on peut simplifier beaucoup les démonstrations en se reportant à la théorie des équations différentielles linéaires. C'est le cas où les coefficients de l'équation aux différences sont des fonctions rationnelles. De telles équations ont récemment fait l'objet de travaux remarquables dus à MM. Galbrun et Birkhoff. Les recherches de ces auteurs sont fondées sur la considération de certaines séries de puissances qui satisfont formellement à l'équation et représentent asymptotiquement les solutions dans certains angles. Mais ces séries sont toujours divergentes et d'ailleurs très difficiles à former effectivement. Il faut admettre que la série de puissances se prête mal à l'étude des solutions des équations aux différences finies ; c'est ici à la série de facultés qu'il faut avoir recours, toute la théorie y gagne beaucoup en clarté et en beauté.

Soit une équation aux différences finies de la forme

$$\sum_{i=0}^{i=n} Q_i(x)\,\Delta_{-1}^{i}\,u(x) = 0, \tag{1}$$

où

$$\Delta_{-1}^{i}\,u(x) = u(x) - \binom{i}{1} u(x-1) + \ldots + (-1)^i u(x-i),$$

les coefficients $Q_i(x)$ étant des polynomes en x. Soit $p \geqq n$ le degré de $Q_n(x)$; on suppose que le degré de $Q_{n-i}(x)$ est inférieur ou égal à $p-i$. On peut satisfaire à cette équation par une intégrale de la forme

$$u(x) = \int t^{x-1}\,v(t)\,dt,$$

([1]) *Comptes rendus*, 15 novembre 1909.

$\varphi(t)$ étant une fonction qui satisfait à une équation différentielle linéaire d'ordre p et admettant pour points singuliers les points 0, 1 et ∞. Ajoutons que ces points sont toujours des points singuliers réguliers. Prenons pour ligne d'intégration un lacet partant de l'origine et y revenant après avoir entouré le point $t=1$. Soit $\varphi(t)$ une des solutions non holomorphes au voisinage de $t=1$

$$\varphi(t)=(t-1)^\beta[A_0+A_1(1-t)+A_2(1-t)^2+\ldots].$$

En intégrant terme par terme, on trouve la série de facultés

$$(2)\quad u(x)=\frac{\Gamma(x)}{\Gamma(-\beta)\Gamma(x+\beta+1)}\sum_{\nu=0}^{\nu=\infty}A_\nu\frac{(\beta+1)(\beta+2)\ldots(\beta+\nu)}{(x+\beta+1)(x+\beta+2)\ldots(x+\beta+\nu)}.$$

Les coefficients A_ν dans cette série sont les coefficients dans le développement canonique de $\varphi(t)$ au voisinage de $t=1$. Soient $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_p$ les racines de l'équation $Q_n(x+n)=0$. La série de facultés est absolument convergente, pourvu que la partie réelle de x soit plus grande que celle de ces racines dont la partie réelle est la plus grande.

Prenons en second lieu pour ligne d'intégration un lacet partant de l'infini et y revenant après avoir entouré le point $t=1$. On obtient une nouvelle solution $\overline{u}(x)$ qui se représente par un développement de la forme

$$(3)\quad \overline{u}(x)=e^{\pi i(\beta+1)}\frac{\Gamma(-x-\beta)}{\Gamma(-\beta)\Gamma(1-x)}\sum_{\nu=0}^{\nu=\infty}B_\nu\frac{(\beta+1)(\beta+2)\ldots(\beta+\nu)}{(x-1)(x-2)\ldots(x-\nu)}.$$

Soient $\gamma_1, \gamma_2, \ldots, \gamma_p$ les racines de l'équation $\sum_{i=0}^{i=n}Q_i(x)=0$; cette série de facultés est absolument convergente, pourvu que la partie réelle de x soit plus petite que les parties réelles de ces racines. Les coefficients $B_0, B_1, B_2, \ldots$ sont les différences successives des coefficients $A_0, A_1, A_2, \ldots$, c'est-à-dire on a

$$(4)\quad B_{\nu+1}=A_{\nu+1}-\binom{\nu}{1}A_\nu+\binom{\nu}{2}A_{\nu-1}-\ldots+(-1)^\nu A_1.$$

Cette relation joue un rôle important dans l'étude des propriétés des solutions.

Si le développement de $\varphi(t)$ contient des termes logarithmiques, les séries (2) et (3) se remplacent par des développements de la forme

$$(5)\quad u(x)=\left(\frac{1}{x}\right)^{\beta+1}\left[\varphi_0(x)+\varphi_1(x)\log\left(\frac{1}{x}\right)+\ldots+\varphi_m(x)\log^m\left(\frac{1}{x}\right)\right];$$

$\varphi_0(x), \ldots, \varphi_m(x)$ étant des séries de facultés convergentes sous les mêmes hypothèses que plus haut. L'équation différentielle à laquelle satisfait $\varphi(t)$ admet n solutions non holomorphes au voisinage de $t = 1$. La première ligne d'intégration nous donne donc n solutions $u_1(x)$, $u_2(x), \ldots, u_n(x)$ qui forment un système fondamental. Ces solutions sont des fonctions méromorphes n'admettant d'autres points singuliers à distance finie que les pôles $\alpha_i - s$ ($i = 1, 2, \ldots, p$; $s = 0, 1, 2, \ldots$). La seconde ligne d'intégration nous donne n solutions indépendantes $\overline{u}_1(x)$, $\overline{u}_2(x), \ldots, \overline{u}_n(x)$ qui sont des fonctions méromorphes n'admettant d'autres points singuliers à distance finie que les pôles $\gamma_i + s$ ($i = 1, 2, \ldots, p$; $s = 0, 1, 2, \ldots$). Les développements précédents permettent immédiatement de voir comment se comportent asymptotiquement nos solutions quand x tend vers l'infini en restant dans le demi-plan de convergence. Pour voir comment elles se comportent en dehors des demi-plans de convergence, il suffit de former les relations linéaires à coefficients périodiques qui existent entre les $u_i(x)$ et les $\overline{u}_i(x)$. Ces coefficients périodiques sont des fonctions rationnelles de $e^{2\pi i x}$. L'étude de la forme de ces fonctions repose essentiellement sur l'existence de la relation (4). On obtient ainsi le résultat suivant : *A chacune des solutions $u(x)$ définies plus haut il correspond un nombre β et un entier non négatif m tels que l'expression*

$$\frac{u(x)}{\left(\frac{1}{x}\right)^{\beta+1}\log^m\left(\frac{1}{x}\right)}$$

tend uniformément vers une limite finie et non nulle quand x tend vers l'infini en restant dans l'angle $\pi - \varepsilon > \operatorname{Arg} x > -\pi + \varepsilon$, ε étant un nombre positif.

Quand x tend vers l'infini le long d'une droite parallèle à l'axe des nombres négatifs, cette limite n'existe plus. Mais les relations susdites permettent même en ce cas de voir comment se comporte $u(x)$.

Les équations que nous venons d'étudier occupent dans la théorie des équations aux différences finies la même place que les équations différentielles dites de *Fuchs* dans la théorie des équations différentielles linéaires.

AÉRONAUTIQUE. — *Équation du barogramme de la montée d'un aéroplane.* Note [1] de **Witold Jarkowski**, présentée par M. L. Lecornu.

Dans ma Note précédente [2], j'ai donné une loi approximative de la montée d'un aéroplane, exprimée par la formule

$$\frac{M_m - M_0}{M_m} = \frac{p_0 - p_m}{p_0},$$

où M_0 désigne la puissance nécessaire pour le vol horizontal au niveau du sol, le moteur ayant une vitesse de rotation ω_0; M_m la puissance maxima que peut développer le moteur au niveau du sol à la même vitesse de rotation ω_0; p_0 et p_m les pressions au niveau du sol et à la hauteur maxima que peut atteindre l'aéroplane donné.

Si pendant le vol en hauteur, par un air calme, le pilote ne touche ni au moteur ni à l'équilibreur (désormais nous appellerons un tel vol la montée correcte d'un aéroplane rigide) on peut facilement obtenir l'équation $h = f(t)$ d'une pareille montée en s'appuyant sur les calculs de ladite Note.

A une hauteur h donnée, la vitesse verticale du centre de gravité de l'appareil est

$$U = \frac{dh}{dt} = \frac{\rho_0}{P}\Delta M, \tag{1}$$

où ρ_0 est le rendement du groupe moto-propulseur en vol horizontal au niveau du sol de l'aéroplane rigide [3], P son poids et ΔM l'excès de puissance. La valeur de cet excès, qui varie avec la hauteur, est donnée par la formule

$$\Delta M = M_m\sqrt{\frac{p_h}{p_0}} - M_0\sqrt{\frac{p_0}{p_h}}, \tag{2}$$

où p_h est la pression à la hauteur h.

En désignant le rapport $\frac{M_m}{M_0}$ par μ (coefficient d'excès de puissance),

---

(1) Présentée dans la séance du 18 novembre 1912.

(2) *Comptes rendus*, t. 153, p. 237 (séance du 24 juillet 1911).

(3) L'erreur que l'on commet en admettant ρ_0 constant est, comme le montrent des calculs plus approfondis, absolument négligeable.

on a

$$\mu = \frac{M_m}{M_0} = \frac{p_0}{p_m} = e^{\frac{H}{J}} \tag{3}$$

si H représente la hauteur maxima et J la hauteur homogène.

D'autre part, nous avons

$$\frac{p_0}{p_h} = e^{\frac{h}{J}}. \tag{4}$$

De ces relations on tire finalement l'équation différentielle du barogramme

$$\frac{dh}{e^{\frac{H}{J}-\frac{h}{2J}} - e^{\frac{h}{2J}}} = \frac{M_m \rho_0}{P\mu} dt, \tag{5}$$

qui s'intègre sous la forme

$$h = H\left(1 - \frac{2J}{H}\log\frac{Q^t + m}{Q^t - m}\right) \tag{6}$$

en posant

$$Q = e^{\frac{M_m \rho_0}{PJ\sqrt{\mu}}} \tag{7}$$

et

$$m = \frac{\sqrt{\mu} - 1}{\sqrt{\mu} + 1} \tag{8}$$

L'équation (6) peut être simplifiée. En effet, μ surpassant peu l'unité, on peut poser avec une approximation pratiquement suffisante

$$m = \frac{1}{4} L_n \mu \tag{9}$$

et

$$\log\frac{Q^t + m}{Q^t - m} = \frac{2m}{Q^t}. \tag{10}$$

L'équation (6) devient ainsi

$$h = H\left(1 - \frac{1}{Q^t}\right). \tag{11}$$

Cette équation se vérifie avec une exactitude vraiment surprenante pour tous les barogrammes qui possèdent une allure suffisamment régulière sans inflexions et autres irrégularités trop prononcées qui, elles, sont dues à la manœuvre du pilote sur le moteur ou sur l'équilibreur, ou bien à des

influences atmosphériques imprévisibles. Et par là même se trouve confirmée d'une manière empirique notre loi fondamentale de la montée.

Si, pour faire une épreuve, on impose d'avance au pilote d'effectuer une montée correcte avec un aéroplane rigide (dans les limites de possibilité), on pourra, d'après le barogramme obtenu, définir les valeurs de μ et de ρ_0.

En effet, les constantes H et Q du barogramme donnent ces valeurs [équations (3) et (7)], à condition que l'on connaisse M_m. Or, pour connaître M_m, il suffit que la montée soit accomplie à pleine admission et que la vitesse de rotation ω_0 soit mesurée (pour le vol horizontal de l'aéroplane rigide), ces données permettant d'évaluer M_m d'après la courbe caractéristique du moteur.

La connaissance de la vitesse horizontale V_0 (mesurée par une des méthodes préconisées à l'heure actuelle), donnerait en outre la possibilité de déterminer la poussée de l'hélice F. De cette façon, le barographe enregistreur, le tachymètre et l'anémomètre seraient complètement suffisants pour déterminer toutes les caractéristiques d'un aéroplane rigide donné.

L'intérêt de cette étude n'est donc pas limité à sa signification purement théorique ; elle possède encore une portée pratique puisqu'elle indique une nouvelle et simple méthode de mesures en plein vol.

PHYSIQUE. — *Loi de Stokes et charge de l'électron.* Note de M. **Jules Roux**, présentée par M. E. Bouty.

On connaît la méthode imaginée par H.-A. Wilson pour la détermination de la charge moyenne des gouttelettes d'un nuage. Millikan l'a très heureusement modifiée par l'observation de gouttelettes isolées et a montré ainsi, d'une façon frappante, la structure discontinue de l'électricité ([1]). Je rappelle la marche suivie par ce savant.

Une gouttelette (rayon a, densité Δ) produite par pulvérisation (par ce procédé, on a des gouttes chargées d'un signe ou de l'autre) est introduite dans un condensateur horizontal, entre les plateaux duquel on peut établir un champ électrique d'intensité H. La goutte tombe, sous l'action de la pesanteur, avec une vitesse v_1 donnée, en première approximation, par la loi de Stokes :

$$(1) \qquad v_1 = \frac{2}{9} g a^2 \frac{\Delta - \delta}{\eta},$$

([1]) *Physical Review*, Vol. XXXII, n° 4, avril 1911.

δ et η étant la densité et la viscosité de l'air du condensateur. On établit alors un champ électrique d'intensité H et de sens tel que la goutte remonte dans le condensateur. Si v_2 désigne la vitesse sous l'action simultanée du champ électrique et du champ de gravitation, m la masse apparente de la sphère, E sa charge électrique, on a la relation rigoureuse

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{mg}{\mathrm{HE} - mg}. \tag{2}$$

On a, en outre,

$$m = \frac{4}{3}\pi a^3(\Delta - \delta). \tag{3}$$

L'élimination de a et de m entre (1), (2) et (3) donne la charge E. Il arrive que la goutte ainsi observée perde une partie de sa charge : soit E_1 la nouvelle charge; la différence $E - E_1$ sera un multiple simple de la charge élémentaire.

Millikan trouva ainsi, pour des gouttelettes d'huile, des valeurs brutes variant de 7 à $4,8.10^{-10}$ U. E. S., suivant la grandeur du rayon. Il en conclut que la loi de Stokes devient inapplicable quand le rayon devient petit (de l'ordre de grandeur du libre parcours moyen l du fluide), et il retrouva une formule de correction établie par Cunningham

$$v = \frac{2}{9} g a^2 \frac{\Delta - \delta}{\eta}\left(1 + \mathrm{A}\frac{l}{a}\right)^{-1}, \tag{4}$$

A étant un coefficient numérique pouvant d'ailleurs, dans la théorie de Cunningham, varier de 0,815 à 1,63, suivant la nature des chocs des molécules du fluide contre la goutte. Millikan trouva A = 0,815, correspondant au cas de chocs mous (ceci revient à dire que la direction de la molécule après le choc est sans rapport aucun avec la direction avant le choc).

J'ai cherché à fixer, par des expériences directes, la valeur du coefficient A dans le cas de sphères de soufre de petits rayons. Pour cela, j'ai mesuré la vitesse v_1 de chute de telles sphères dans l'air (densité δ_1, viscosité η_1), puis la vitesse v_2 des mêmes sphères dans un liquide (densité δ_2, viscosité η_2). L'application de la loi de Stokes est légitime dans le cas de la chute dans le liquide et permet de calculer le rayon

$$v_2 = \frac{2}{9} g a^2 \frac{\Delta - \delta_2}{\eta_2}. \tag{5}$$

Si la goutte tombait dans l'air, suivant la loi de Stokes, elle aurait une vitesse u_1

$$u_1 = \frac{2}{9} g a^2 \frac{\Delta - \delta_1}{\eta_1}. \tag{6}$$

La comparaison de u_1 et v_1 permet de calculer la correction à apporter à la loi de Stokes.

Le Tableau suivant donne les résultats des mesures faites avec du soufre tombant dans le xylol (saturé de soufre).

t_1.	t_2.	a.	$\frac{l}{a}$.	τ_2.	A.
210	3,2	1,46	0,065	3,6	1,8
350	5,2	1,13	0,084	6	1,7
250	3,8	1,34	0,072	4,25	1,6
300	3,4	1,22	0,078	5,1	1,5
255	3,1	1,41	0,067	3,45	1,6
			Moyenne		1,64

t_1 est le temps de chute observé dans le xylol,
t_2 est le temps de chute observé dans l'air,
τ_2 est le temps de chute calculé dans l'air,
A est le rayon en microns.

On trouve ainsi, comme valeur de A : 1,64, ce qui montre que les chocs des molécules de gaz sur les sphères de soufre doivent être considérés comme élastiques.

J'ai appliqué le résultat de ces mesures à des expériences faites pour la recherche de la charge élémentaire sur des gouttelettes de soufre.

Voici ce que j'ai obtenu :

r_0 et e_0 sont calculés par application brute de la loi de Stokes,
r_1 et e_1 sont calculés en faisant A = 1,64 dans la formule de Cunningham.

Numéros d'ordre.	r_0.	$e_0 \times 10^{10}$.	r_1.	$e_1 \times 10^{10}$.
	μ		μ	
1	0,391	7,9	0,321	4,12
2	0,422	7	0,354	4,08
3	0,655	5,16	0,592	4,09
4	0,815	5,2	0,740	4,03
5	1,092	5,3	1,016	4,33
6	1,115	5,2	1,035	4,25
7	1,135	5,1	1,061	4,25
8	1,330	4,8	1,260	4,21
		Moyenne		4,17

La goutte n° 1 possédait 2 charges
» 2 » 1 »
» 3 » 1 »
» 4 » 7 » et en a perdu 1 spontanément
» 5 » 5 » » 1 »
» 6 » 5 » » 1 »
» 7 » 11 » » 3 »
» 8 » 14 » et en a gagné 2 spontanément

La valeur $4,17.10^{-10}$ ainsi trouvée pour e est approchée à 5 pour 100 près. Elle est inférieure de 15 pour 100 à celle $4,981.10^{-10}$ que Millikan regarde comme exacte au millième près et se trouve parfaitement d'accord avec celle $4,25.10^{-10}$ que M. Jean Perrin a tirée de l'étude du mouvement brownien.

THERMODYNAMIQUE. — *Sur la stabilité de l'équilibre d'un système enfermé dans une enceinte imperméable à la chaleur.* Note de M. **Jouguet**, présentée par M. L. Lecornu.

1. La question de la stabilité adiabatique de l'équilibre a été traitée par Gibbs et par Robin. Toutefois les considérations présentées par ces auteurs ne sont pas sans appeler certaines améliorations. Je voudrais aborder ici le problème par une voie un peu différente ([1]). Mon raisonnement ne suppose pas le système exempt d'inertie, contrairement à une restriction que M. Duhem a cru nécessaire (*Énergétique*, t. II, p. 315).

2. Soit un système formé de plusieurs parties, trois pour fixer les idées. Entre les parties 1 et 2, les échanges de chaleur se font librement; au contraire, la partie 3 est enfermée dans une enceinte adiabatique. L'énergie interne de la partie 1 est une fonction U_1 de la température absolue T_1 et d'un ensemble d'autres variables que je désignerai collectivement par α_1; les énergies internes de 2 et de 3 sont de même $U_2(\alpha_2, T_2)$ et $U_3(\alpha_3, T_3)$. Les variables étant *normales*, l'énergie interne de l'ensemble sera

$$U = U_1(\alpha_1, T_1) + U_2(\alpha_2, T_2) + U_3(\alpha_3, T_3) + \psi(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3),$$

et le potentiel des actions extérieures sera $\Omega(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3)$.

On peut remplacer les variables T_1, T_2, T_3 par les entropies $s_1(\alpha_1, T_1)$, $s_2(\alpha_2, T_2)$, $s_3(\alpha_3, T_3)$ des différentes parties, et l'on a

$$U + \Omega = u_1(\alpha_1, s_1) + u_2(\alpha_2, s_2) + u_3(\alpha_3, s_3) + \psi(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3) + \Omega(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3),$$

avec

$$\frac{\partial u_1}{\partial s_1} = T_1, \qquad \frac{\partial u_2}{\partial s_2} = T_2, \qquad \frac{\partial u_3}{\partial s_3} = T_3.$$

([1]) Voir une indication dans ce sens, mais trop sommaire, dans mon Mémoire *Sur la similitude dans le mouvement des fluides*, § 5 (*Journal de l'École Polytechnique*, 1905).

Les parties 1, 2, 3 sont supposées avoir entre elles et avec l'extérieur *des liaisons holonomes dont les équations sont indépendantes des températures.* Après le changement de variables, ces équations ne contiennent donc pas s_1, s_2, s_3, mais seulement α_1, α_2, α_3. Soit $\delta_{s_1} u_1$ la différentielle de u_1, prise en laissant s_1 constant. On sait que, dans la position d'équilibre, on a

$$(1) \qquad \frac{\partial u_1}{\partial s_1} = \frac{\partial u_2}{\partial s_2} \qquad \text{et} \qquad \delta_{s_1} u_1 + \delta_{s_2} u_2 + \delta_{s_3} u_3 + \delta\psi + \delta\Omega = 0$$

pour tous les δ vérifiant les liaisons.

Les équations de liaison ne laissent indépendantes que les variables s_1, s_2, s_3 avec un certain nombre d'autres que je désignerai collectivement par α. Posons d'ailleurs $\sigma = s_1 + s_2$. Dès lors $U + \Omega$ devient une fonction $\Upsilon(\alpha, s_1, \sigma, s_3)$.

3. Il résulte de (1) que, dans la position d'équilibre, la différentielle première de Υ, prise en considérant σ et s_3 comme constants, est identiquement nulle. Je dis que, *si la fonction Υ, où l'on fait σ et s_3 constants, est minimum, l'équilibre est stable quand le système* TOTAL *est enfermé dans une enceinte imperméable à la chaleur.*

Les mouvements étant adiabatiques, on a, W étant la force vive,

$$(2) \qquad d\Upsilon + dW = 0$$

$$(3) \qquad d\sigma > 0, \qquad ds_3 > 0.$$

A partir de la position d'équilibre α_0, s_{10}, σ_0, s_{30}, imposons au système une perturbation qui soit adiabatique pour le système total et pour la partie 3. Le raisonnement classique de Dirichlet permettra, au moyen de (2), de démontrer que le mouvement consécutif à cette perturbation reste petit, c'est-à-dire que l'équilibre est stable, pourvu que Υ jouisse de la propriété suivante :

On peut déterminer un nombre ε tel que, pour tous les points autres que le point α_0, s_{10}, σ_0, s_{30} appartenant au domaine

$$|\alpha - \alpha_0| \leqq \varepsilon, \qquad |s_1 - s_{10}| \leqq \varepsilon, \qquad 0 < \sigma - \sigma_0 < \varepsilon, \qquad 0 < s_3 - s_{30} < \varepsilon,$$

la fonction Υ soit plus grande qu'au point α_0, s_{10}, σ_0, s_{30}.

Or, cette propriété est évidente. Donnons à α, s_1, σ, s_3 les accroissements ρh, ρk, ρl, ρm à partir de l'équilibre $(h^2 + k^2 + l^2 + m^2 = 1)$; l'accroissement de Υ est

$$\Delta\Upsilon = \rho l\left(\frac{\partial \Upsilon}{\partial \sigma} + \rho A\right) + \rho m\left(\frac{\partial \Upsilon}{\partial s_3} + \rho B\right) + \rho^{2p}(F + \rho G).$$

Pour des valeurs assez petites de ρ, $F + \rho G$ est positif, car Υ est minimum si σ et s_3 sont constants. D'ailleurs

$$\frac{\partial \Upsilon}{\partial \sigma} = \frac{\partial u_2}{\partial s_2} = T_2 > 0, \qquad \frac{\partial \Upsilon}{\partial s_3} = T_3 > 0.$$

Le raisonnement classique de la théorie des minima (voir JORDAN, *Cours d'Analyse*, t. I, § 396) montre qu'il suffit de prendre ρ assez petit pour que $\Delta\Upsilon$ soit positif quand l et m le sont.

4. On a supposé que la perturbation respectait les relations supplémentaires. On peut s'affranchir de cette restriction par la voie indiquée par M. Duhem (*Énergétique*, t. II, p. 395 et suiv.).

5. Pour juger si Υ est minimum, il suffit d'ailleurs d'examiner, autour de la position d'équilibre, les états voisins dans lesquels les parties 1 et 2 ont des températures égales, ce qui revient à considérer Υ comme indépendant de s_1. On montre facilement, en effet, que, en un état quelconque, Υ est plus grand qu'en un autre état où α, s_3, σ sont les mêmes, mais où les parties 1 et 2 ont des températures égales.

6. Supposons maintenant que les parties 1 et 2 existent seules. Il est alors facile de déduire du théorème précédent le suivant, donné par Gibbs et par Robin : *Si l'entropie σ est maximum pour toutes les variations des variables qui laissent Υ constant, le système enfermé dans une enceinte imperméable à la chaleur est en équilibre stable.*

CHIMIE PHYSIQUE. — *Action de la température sur l'équilibre des acides nitreux et nitrique, formés à partir des oxydes d'azote et de l'eau.* Note de MM. **E. Briner** et **E.-L. Durand**, présentée par M. G. Lemoine.

Nous avons montré, dans une Note précédente (¹), que les réactions qui interviennent dans les systèmes formés à partir des corps ($NO - NO^3H$), ($NO^2 - H^2O$), ($N^2O^3 - H^2O$), ($NO^2 - NO^3H$) sont des réactions d'équilibre soumises à la loi d'action des masses. Par l'application de cette loi, on détermine aisément, à température constante, l'influence sur l'équilibre de la variation de concentration de chacun des constituants.

(¹) *Comptes rendus*, t. 155, 1912, p. 582.

Dans le cas général, la phase aqueuse renferme en solution NO^2, N^2O^3, NO, NO^2H, NO^3H ; en vertu du principe du déplacement de l'équilibre, chacune des réactions

(1) $$N^2O^3 + H^2O \rightleftharpoons 2NO^2H,$$
(2) $$2NO^2 + H^2O \rightleftharpoons NO^3H + NO^2H,$$
(3) $$3NO^2H \rightleftharpoons 2NO + H^2O + NO^3H$$

s'effectuera dans le sens endothermique lorsque la température s'élève.

Pour mettre en évidence l'*action de la température*, nous nous sommes placés dans des conditions telles que les corps facilement dosables soient en quantité prépondérante. En traitant par exemple, N^2O^3 par un grand excès d'eau, on pouvait prévoir que la réaction (3) serait prédominante. La quantité de N^2O^3 à l'état dissous devient négligeable en raison de la réaction (1). Les solutions obtenues dans nos essais sont cependant légèrement colorées en bleu par une faible quantité de N^2O^3. Pour l'étude complète du problème, nous ne commettrions qu'une petite erreur en ne tenant pas compte de la présence de N^2O^3 (1); mais comme d'autre part l'évaluation de la concentration de NO dans la phase liquide ne pouvait être suffisamment précise, nous nous sommes bornés à déterminer le rapport (NO^2H : NO^3H) à différentes températures.

La méthode expérimentale sera décrite dans un Mémoire ultérieur : disons cependant que nous avons prélevé une quantité pesée de la phase aqueuse en la recevant dans une solution de NaOH. Nous avons ensuite effectué sur le liquide alcalin les dosages de nitrate et de nitrite.

Les chaleurs de formation des corps qui entrent dans la réaction (3) sont connues; on en tire la valeur de la tonalité thermique de cette réaction, soit $-18^{Cal},4$. Pour une élévation de la température, il y aura donc mise en liberté de NO, par conséquent augmentation de pression, et diminution du rapport (NO^2H : NO^3H).

Nos expériences confirment pleinement ces conclusions; voici quelques-uns de nos résultats :

---

(1) Pour nous en assurer, nous avons effectué des comparaisons colorimétriques de nos solutions avec des solutions de N^2O^3 dans un liquide chimiquement indifférent, tel que CCl^4; ces essais, au surplus, ont confirmé notre interprétation des phénomènes colorimétriques, à savoir que les colorations vertes résultent du mélange dans la solution de NO^2 avec N^2O^3, et qu'il faut attribuer seulement à ce dernier les colorations bleues.

Température de l'essai	0°	17°	30°	40°
Rapport moléculaire ($NO^2H : NO^3H$)	1,54	1,32	1,02	0,76

On peut conclure de nos recherches que, dans les systèmes que nous avons étudiés, *l'élévation de la pression de* NO *et l'abaissement de la température favorisent la formation de* NO^2H.

CHIMIE PHYSIQUE. — *La constitution de l'eau et la variation thermique de son aimantation.* Note de M. **Auguste Piccard**, présentée par M. J. Violle.

Une Note récente [1] a donné le coefficient du diamagnétisme de l'eau à différentes températures.

Ce coefficient, rapporté à l'unité de masse, augmente avec la température et paraît atteindre une valeur constante de $0{,}7228.10^{-6}$ peu au-dessus de 100° C.; cette valeur est de 0,75 pour 100 plus grande que celle observée à 0°, qui est $0{,}7174.10^{-6}$.

J'ai essayé de mettre ces faits d'accord avec la règle qui veut que, en général, chaque corps ait un diamagnétisme constant aussi longtemps qu'il ne change pas d'état. En me rappelant que, au point de fusion, on observe chez certains corps un changement brusque du diamagnétisme, j'ai été amené à supposer que, dans l'eau à température ordinaire, il y a deux substances différentes en équilibre.

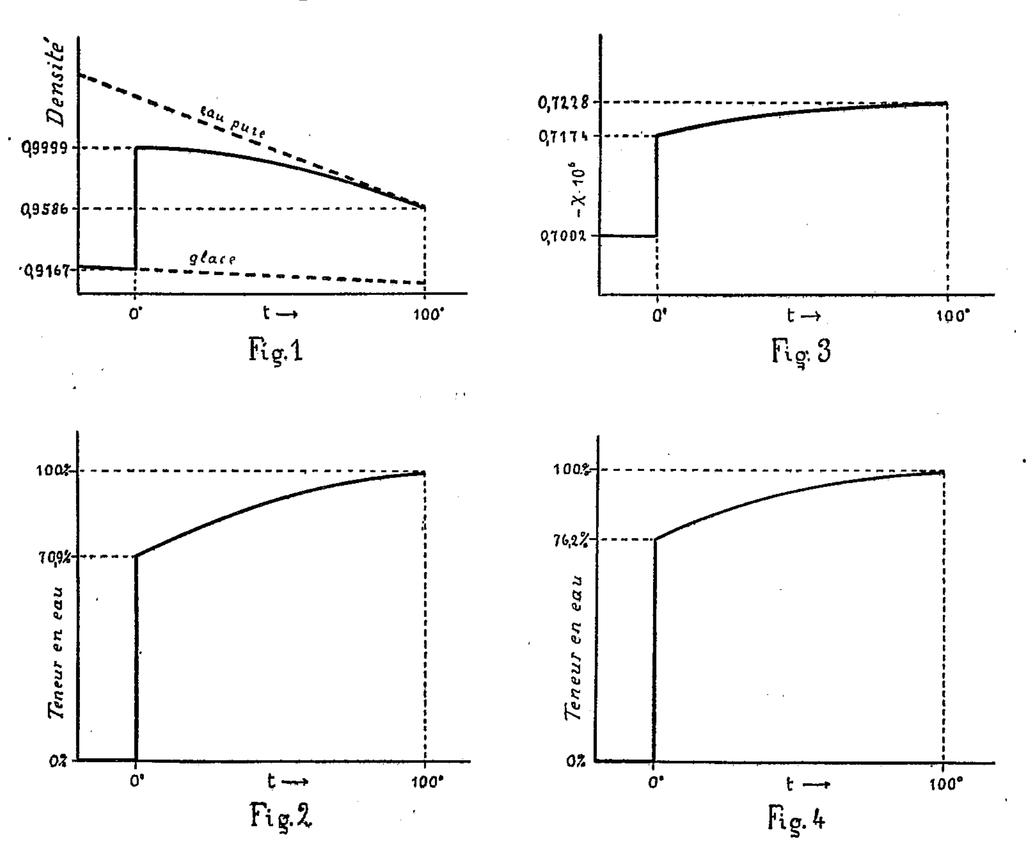
Cette hypothèse n'est pas nouvelle. Duclaux, entre autres, l'a invoquée pour expliquer la dilatation et la couleur de l'eau. Elle s'accorde aussi avec le fait que le coefficient de dilatation des solutions aqueuses ne présente qu'à une échelle réduite les anomalies de celui de l'eau. En admettant que la moins dense des deux modifications de l'eau soit identique à la glace nous pouvons, rien que d'après la densité, calculer approximativement le pourcentage de celle-ci à toutes les températures. En particulier nous en trouvons à 0° à peu près 29,1 dans l'eau liquide et à 100° environ 1 pour 100.

Si donc la formation de 28 pour 100 de glace fait diminuer l'aimantation de l'eau de 0,75 pour 100, la congélation à 0° devrait, en formant 71 pour 100 de glace, produire une diminution brusque de l'aimantation de

$$\frac{71}{28}\,0{,}75 \text{ pour } 100 = 1{,}9 \text{ pour } 100.$$

(1) Weiss et Piccard, *Comptes rendus*, t. 155, 9 décembre 1912, p. 1234.

J'ai prié M. G. Foëx, qui dispose de l'appareillage nécessaire, de vérifier cette hypothèse en comparant les susceptibilités de la glace et de l'eau à masse égale. D'après ses mesures, la susceptibilité de l'eau baisse de 2,4 pour 100 au moment de la congélation, ce qui est en concordance suffisante avec la théorie précédente.



Pour montrer que non seulement à 0°, mais encore pour toutes les températures entre 0° et 100°, l'analyse de l'eau par l'étude soit de la densité, soit de l'aimantation, conduit à des conclusions semblables, représentons en trait plein, dans la figure 1, la densité de l'eau aux différentes températures. La ligne pointillée supérieure donne la densité qu'elle aurait s'il ne se formait pas de glace. Les différences d'ordonnées fournissent, en admettant que la glace dissoute dans l'eau ait la densité de la glace solide (ce qui ne peut être que grossièrement approché), la composition de l'eau représentée dans la figure 2.

La figure 3 indique la susceptibilité de la glace et de l'eau telle qu'elle a

été mesurée et la figure 4 donne la composition de l'eau qui résulte des mesures magnétiques.

On remarquera la concordance des graphiques 2 et 4. On représente donc l'ensemble des propriétés volumétriques et magnétiques de l'eau, en admettant qu'elle contient entre 0° et 100°, en proportion décroissante, une substance qui a même densité et même aimantation que la glace.

Toutes mes mesures se rapportant à l'eau liquide concordent entre elles à 1 pour 1000. La détermination de la glace est exacte à quelques pour 1000 près. Il en résulte pour la production de glace dans l'eau, représentée dans la figure 4, une incertitude de l'échelle allant jusqu'à 5 pour 100.

Si l'on renonçait à déterminer la susceptibilité en valeur absolue, on pourrait, sans trop de difficultés, modifier les appareils de façon à atteindre une précision 10 fois plus grande en valeur relative et résoudre plus complètement la question de la composition de l'eau.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur le mode d'ionisation de l'acide sulfurique en solution aqueuse étendue.* Note de M. **J.-A. Muller**, présentée par M. A. Haller.

L'acide sulfurique, en sa qualité d'acide bibasique, est susceptible de se dissocier électrolytiquement en donnant, par molécule, soit un ion négatif divalent SO^4 et deux ions hydrogène, soit un ion négatif monovalent SO^4H et un ion hydrogène.

Afin de trouver lequel de ces deux modes de dissociation est celui qui se produit réellement en solution étendue, j'ai fait une série de déterminations de coefficients d'ionisation et de chaleurs de dilution de solutions aqueuses d'acide sulfurique, dans le but de chercher, à l'aide des données obtenues, la nature de l'ionisation qui vérifie les lois des solutions étendues.

En supposant que l'acide sulfurique se dissocie en ions SO^4H et H, l'équation d'équilibre, en solution très étendue, est la suivante :

$$\frac{i^2}{v(1-i)} = K_\infty,$$

K_∞ étant la constante d'équilibre pour une dilution infinie et i désignant le coefficient d'ionisation correspondant au volume moléculaire v. Pour les solutions plus concentrées, le rapport précédent varie avec v, mais il tend vers une valeur constante au fur et à mesure que v augmente, ainsi qu'on

le voit sur le Tableau suivant où K_v désigne la valeur de ce rapport correspondant à la dilution v :

14°.

K_v	0,0587	0,0342	0,0293	0,0271
v	25,09	100,11	200,30	401,0

26°.

K_v	0,0455	0,0249	0,0206	0,0186
v	25,20	100,40	200,82	402,0

38°.

K_v	0,0364	0,0187	0,0151	0,0135
v	25,30	100,77	201,77	403,7

Si l'acide sulfurique se dissociait en ions SO^4 et 2 H, l'expression du rapport correspondant à l'équilibre serait la suivante :

$$\frac{4\,i^3}{v^2(1-i)}.$$

Or la valeur de ce rapport varie rapidement avec v jusqu'aux plus grandes dilutions essayées.

La quantité K_v, dont il a été question plus haut, diminuant continûment avec v et tendant vers une constante pour $v = \infty$, la courbe

$$K_v = f(v)$$

qui exprime la valeur de K_v en fonction de v finit, pour une dilution assez grande, par se confondre avec un arc d'hyperbole ayant pour équation

$$(1)\qquad (K_v - K_\infty)(v + \mu) = \lambda,$$

μ et λ étant des constantes. Cette équation permet, à l'aide des données précédentes et en utilisant les nombres relatifs aux dilutions les plus grandes, de calculer K_∞ et, par suite, $\log_e K_\infty$, aux différentes températures expérimentées. On trouve ainsi, T étant la température absolue :

$$\log_e K_\infty = 28{,}8722 - 0{,}189883\,T + 0{,}00026633\,T^2,$$

d'où l'on tire

$$(2)\qquad \frac{d \log_e K_\infty}{dT} = 0{,}00053266\,T - 0{,}18988.$$

D'autre part, pour une dilution suffisante, le coefficient d'ionisation i est lié au volume moléculaire par une relation analogue à celle exprimée

par l'équation (1); on a donc, a et b étant des constantes,

$$(1 - i)(v + a) = b. \tag{3}$$

Enfin, en désignant par σ la chaleur de dilution au volume v de l'acide sulfurique moléculaire (mol. gr. H^2SO^4 par litre) et par ω la valeur limite de σ, pour $v = \infty$, on a également, α et β étant des constantes,

$$(\omega - \sigma)(v + \alpha) = \beta. \tag{4}$$

Des équations (3) et (4) on tire, par différentiation, l'équation suivante :

$$\frac{d\sigma}{di} = \frac{\beta}{b}\left(\frac{v + a}{v + \alpha}\right)^2.$$

Le rapport $\frac{d\sigma}{di}$ exprime l'effet thermique, par unité d'ionisation, correspondant à une augmentation infiniment petite du volume moléculaire v. Cet effet thermique est la somme de la chaleur de dilution de l'acide non ionisé q_1, de la chaleur de dilution des ions libres hydratés ou non q_2 et de la chaleur d'ionisation, dans les conditions des expériences, au moment de l'équilibre q. Au fur et à mesure que v augmente, q_1 et q_2 tendent vers zéro; pour $v = \infty$, on a donc

$$q = \frac{\beta}{b}. \tag{5}$$

Les constantes β et b pouvant se déterminer à l'aide des déterminations faites, on en déduit les valeurs correspondantes de q.

Pour une dilution infinie, on doit avoir, $-q$ représentant la chaleur de combinaison des ions SO^4H et H, dans les conditions des expériences, au moment de l'équilibre, la relation connue qui exprime le déplacement de l'équilibre avec la température

$$\frac{d \log_e K_\infty}{dT} = \frac{-q}{2T^2}.$$

Le Tableau suivant donne les valeurs des deux membres de cette équation, calculées à l'aide des relations (2) et (5), pour les températures absolues T :

T.	287°.	299°.	311°.
$\frac{d \log_e K_\infty}{dT}$	$-0,0370$	$-0,0306$	$-0,0242$
$\frac{-q}{2T^2}$	$-0,0089$	$-0,0235$	$-0,0207$

Sauf pour la température de 287°, où les deux expressions trouvées sont assez différentes, l'accord est, au contraire, satisfaisant pour les deux autres températures, surtout si l'on a égard aux difficultés que présente la détermination exacte des chaleurs de réaction aux grandes dilutions et si l'on remarque que les équations ayant servi à calculer les constantes ne sont correctes que pour des dilutions supérieures à celles qu'on a utilisées pour les obtenir.

En résumé, il paraît résulter, des déterminations précédentes, qu'en solution aqueuse diluée, au moins, l'acide sulfurique s'ionise en donnant les ions SO^4H et H et que cette ionisation se fait avec dégagement de chaleur, dans les limites des températures expérimentées.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur l'écrouissage sans déformation.* Note de M. **Hanriot**, présentée par M. H. Le Chatelier.

On s'accorde habituellement à lier la notion de l'écrouissage à la déformation subie par le métal, soit dans sa forme extérieure, soit dans sa structure intime; en effet, la métallographie nous montre que les cristaux d'un alliage se fragmentent par l'écrouissage et se reforment par le recuit. J'ai cependant montré, dans une Note précédente (*Comptes rendus*, t. 155, p. 971), que l'étirage pouvait, dans certaines conditions, diminuer l'écrouissage tout en augmentant la déformation. Je me suis proposé, dans la présente Note, d'établir que l'on peut écrouir un métal sans le déformer.

Dans un bloc d'acier, j'ai fait forer un mortier cylindrique ayant 50^{mm} de diamètre, et j'ai fait ajuster, aussi exactement que possible, deux cylindres d'acier faisant l'office de pistons. Entre les deux, j'ai placé un cylindre d'argent de même diamètre, ayant 15^{mm} de hauteur et pesant $98^g,7$. Ce cylindre a été recuit après son ajustage : le piston a reçu alors dix coups d'un balancier très puissant. L'appareil étant défait, on voit que l'argent a légèrement bavé entre le piston et le mortier; on détache ces bavures, elles pèsent $0^g,649$. Elles représentent la déformation subie par le métal qui est ainsi de 6,5 pour 1000; et cependant l'examen de la dureté révèle un écrouissage notable; elle était 23,5 avant la compression; elle est devenue 39,5 après; l'écrouissage défini par le rapport des deux duretés était donc 1,68.

J'ai voulu rechercher si la surface seule avait subi l'écrouissage ou si

celui-ci avait pénétré dans toute la masse et y était également réparti. J'ai donc fait scier le cylindre suivant son axe et perpendiculairement; j'ai attaqué la surface à l'acide nitrique pour enlever la couche que la scie avait pu écrouir, et j'ai pris les duretés en divers points :

Surface : 39,5.

Centre	38,7
Sur la coupe suivant l'axe	38,6 — 38,8 — 39,9

Ainsi l'écrouissage a pénétré presque uniformément dans toute la masse; toutefois, les empreintes, faites sur la section parallèle à l'axe, sont légèrement ovalisées, ce qui révèle une faible dissymétrie dans la répartition de l'écrouissage.

Un cylindre de zinc, comprimé dans le même appareil, m'a fourni des résultats analogues; toutefois, après compression, les empreintes ont toujours été irrégulières, en sorte que les mesures manquent de précision.

Dans ce qui précède, l'écrouissage a été constaté par la variation d'une seule des propriétés physiques du métal, la dureté. Il était important de voir si les autres propriétés mécaniques étaient également modifiées. J'ai donc découpé, dans le cylindre d'argent comprimé, deux minuscules barrettes qui ont été soumises à la traction, l'une directement, l'autre après recuit. Voici les résultats obtenus :

	Dureté.	Allongement pour 100.	Charge de rupture.
Argent recuit	23,5	18,3	8,8
Argent comprimé	39,5	10	10,6

Il s'agit donc bien d'un véritable écrouissage qui atteint à la fois la dureté, l'allongement et la charge de rupture.

L'expérience précédente laissait toutefois un doute, le métal ayant subi une déformation, minime il est vrai, mais réelle; j'ai donc recommencé l'expérience en opérant avec de petits cubes de métal noyés dans un liquide qui répartissait la pression également en tous sens; enfin, la pression, au lieu d'être effectuée par choc, avait lieu régulièrement au moyen d'une presse hydraulique. Par contre, je ne pouvais opérer que sur de petits échantillons, à cause de la difficulté d'obtenir de grands joints étanches aux liquides sous de fortes pressions, en sorte que je n'ai pu mesurer que la dureté.

Je n'ai guère pu dépasser 10000^{kg} par centimètre carré, les mortiers se déformant ou éclatant sous des pressions plus élevées.

Une première expérience a porté sur trois cubes de métaux (argent, cuivre, aluminium) noyés dans de la vaseline. Voici les duretés avant et après compression :

	Avant compression.	Après compression.	Écrouissage.
Argent	19,4	36	1,8
Cuivre	27	46,1	1,70
Aluminium	14,6	19	1,30

Une deuxième série a porté sur les métaux suivants :

	Avant compression.	Après compression.	Écrouissage.
Argent	20,3	32,2	1,58
Fer	57,7	62,3	1,10
Laiton	24	36,5	1,52
Zinc	33,1	43	1,33

Dans aucun cas, les cubes de métal n'étaient sensiblement déformés; on doit donc conclure que la compression suffit pour écrouir les métaux, en dehors de toute déformation.

Il est en outre intéressant de remarquer que, sous une même pression, les métaux s'écrouissent très différemment : l'argent est celui qui s'écrouit le plus parmi ceux que j'ai essayés; j'étais arrivé à un résultat analogue par des essais au laminage.

Le cube de laiton recuit avait été poli et attaqué par le procédé de M. Charpy, puis photographié. Après compression, on a photographié à nouveau le même point : les cristaux n'avaient pas été modifiés.

Ces expériences montrent donc que l'*écrouissage peut avoir lieu sans modification de la forme extérieure ou de la structure intérieure de l'alliage. Il est, au contraire, en rapport avec la compression subie par le métal.*

Les modifications de structure du métal sont en rapport avec la déformation qu'il a subie et non avec son écrouissage.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur quelques propriétés des azotites alcalins.* Note de M. **Marcel Oswald**, présentée par M. Le Chatelier.

L'azotite de soude *ordinaire* du commerce renferme, après séchage à l'étuve, environ 90 pour 100 d'azotite; le reste est constitué surtout par du sulfate, de l'azotate, du chlorure de sodium et par un peu de sable. Il

suffit, pour l'amener à l'état de pureté complète, de trois ou quatre cristallisations par refroidissement brusque de la solution saturée à chaud. Les eaux mères, plus riches en impuretés, ont une coloration jaune plus foncée que la solution d'azotite pur. La présence d'une quantité notable de sulfate de soude diminue beaucoup la solubilité de l'azotite dans l'eau. L'azotite de soude pur permet alors de préparer celui d'argent par précipitation, puis ceux de potassium, lithium et métaux alcalino-terreux, par double décomposition avec les chlorures de ces métaux.

Aspect des sels. — Celui de sodium est blanc, un peu jaunâtre lorsqu'on en examine la poudre par réfraction sous une certaine épaisseur, inaltérable à l'air même en solution chauffée à 120°, et non hygroscopique. Celui de potassium est plus inaltérable encore, mais de coloration un peu plus jaune; il est très déliquescent. En masse fondue, puis solidifiée, il est légèrement flexible, surtout à chaud.

Points de fusion. — En chauffant ces azotites dans le vide, dans un appareil tout en verre soudé communiquant avec une jauge de Mac Leod et une trompe à mercure, j'ai déterminé d'abord les températures auxquelles leur décomposition devient sensible. J'ai obtenu ainsi environ 320° pour $NaNO^2$ et 350° pour KNO^2.

J'ai alors déterminé les points de fusion au moyen d'un couple thermo-électrique cuivre-constantan, calibré par une comparaison directe avec un thermomètre à mercure [1]. J'ai obtenu 217° pour $NaNO^2$ et 297°,5 pour KNO^2 [2]. De même que leurs solutions aqueuses, les sels fondus sont jaunes.

Densité des solides. — Après fusion, puis refroidissement, on a pris les densités des sels par rapport au pétrole anhydre (conservé sur des fils de sodium) à 0°, en utilisant la méthode du flacon. On a trouvé ainsi, pour la densité par rapport à l'eau à 0°, 2,168 pour $NaNO^2$ et 1,912 pour KNO^2. Ces densités sont un peu inférieures à celles des nitrates correspondants.

Densité des solutions. — J'ai déterminé la solubilité de ces sels dans l'eau

(1) Les azotites alcalins, chauffés peu au-dessus de leurs points de fusion respectifs, n'attaquent pas sensiblement le verre ordinaire, le verre vert et le verre brun de Thuringe; cela m'a permis de protéger le couple au moyen d'un tube de verre ordinaire. Le verre d'Iéna, quoique bien moins fusible, est altéré dans ces conditions.

(2) Divers avait donné 213° pour le P. F. de $NaNO^2$ (*J. of Chem. Soc.*, t. LXXV, 1099, p. 86).

et construit le diagramme du système ternaire eau-azotite de soude-azotate de soude entre 0° et 103° [1]. Comme les solubilités sont élevées, j'ai pris les densités de quelques solutions, qui peuvent être intéressantes dans les séparations de certains mélanges par densités. Ces nombres ont été obtenus par la méthode du flacon, par rapport à l'eau à 0°. J'ai obtenu :

A 20°, solution saturée $NaNO^2$ (45,8 de sel pour 100 de solution).......... 1,3585
A 18°, solution saturée $NaNO^2$ et $NaNO^3$ (23,3 $NaNO^3$, et 32,15 $NaNO^2$ pour 100 de solution).. 1,4579

A 17°,5 pour les solutions de KNO^2 :

Teneur en sel pour 100 de solution.	20,7	36,3	48,3	64,6	74,5 (sat.)
Densités	1,1338	1,2542	1,3343	1,5365	1,6464

Cette dernière solution est donc assez dense; elle présente aussi une notable viscosité.

PHYSICO-CHIMIE. — *Photolyse de divers sucres complexes (bioses et trioses) par les rayons ultraviolets.* Note de MM. **Daniel Berthelot** et **Henry Gaudechon**, présentée par M. E. Jungfleisch.

Les rayons ultraviolets, en agissant sur les solutions de maltose et de saccharose, dédoublent les grosses molécules de ces polyoses en molécules plus simples (glucose + glucose pour le premier; glucose + lévulose pour le second), puis décomposent ces mélanges de monoses avec dégagement gazeux, comme nous l'avons montré il y a plus de deux ans (*Comptes rendus*, t. 151, p. 395); les solutions irradiées étaient devenues légèrement acides : l'acidité calculée en acide lactique était voisine de $0^g,01$ pour 100^{cm^3}. Une telle acidité peut contribuer, bien que pour une faible part, à l'inversion du saccharose; mais elle ne peut jouer aucun rôle dans l'inversion du maltose. M. Bourquelot a montré (*Journal Anat. et Phys.*, 1886, p. 162) que « la résistance du maltose à l'action des acides est infiniment plus grande que celle du saccharose » ; il a indiqué notamment que des solutions d'acide lactique à $0^g,50$ pour 100^{cm^3} ne produisent aucune inversion du maltose en une demi-heure à 110°. Cette température et cette acidité étant bien supérieures à celles de nos essais, il est certain que c'est à la lumière ultraviolette

(1) *Huitième Congrès international de Chimie appliquée*, t. II, 1912, p. 205.

qu'est due l'inversion du maltose dans ceux-ci ; *a fortiori* est-elle capable de réaliser l'inversion beaucoup plus facile du saccharose.

Nous avons poursuivi l'étude méthodique de l'action des diverses régions de l'ultraviolet sur les principaux polyoses, en solutions aqueuses à 10 pour 100, dont nous devons des échantillons bien cristallisés à l'obligeance de MM. G. Bertrand, Bourquelot et Tanret.

Bioses. — Des solutions de *maltose* et de *lactose* exposées 6 mois (17 mai-27 novembre 1912) à *la lumière solaire* ($\lambda > 0^{\mu},294$) n'ont dégagé aucun gaz. Les solutions sont neutres et ne réduisent pas à froid la liqueur de Fehling, mais donnent avec AzO^3Ag ammoniacal une trace de réduction.

Dans *le début de l'ultraviolet moyen* ($\lambda > 0^{\mu},25$, lampe à mercure et écran de verre mince) on observe, comme pour le saccharose, deux stades successifs : d'abord une inversion sans dégagement gazeux, puis, quand la concentration en monoses est suffisante, un dégagement gazeux qui croît régulièrement. En 38 heures, à 10^{mm} de la lampe ($t = 55°$), 2^{cm^3} de *maltose* ont donné $0^{cm^3},27$ de gaz ($0^{cm^3},18\,CO$; $0^{cm^3},09\,H^2$); et 2^{cm^3} de *lactose*, $0^{cm^3},30$ de gaz ($0^{cm^3},20\,CO$; $0^{cm^3},10\,H^2$). Cette composition ($2^{vol}CO$ pour $1^{vol}H^2$) est bien celle déjà trouvée pour les aldoses qui résultent du dédoublement (glucose, galactose). Les solutions sont neutres, ne réduisent pas à froid la liqueur de Fehling, réduisent légèrement à froid AzO^3Ag ammoniacal.

Sous l'action d'une source plus riche *en ultraviolet moyen et extrême* [lampe Heraeus de 110 volts en régime normal (80 volts aux bornes)] les solutions deviennent acides, réduisent à froid la liqueur de Fehling, donnent un dépôt miroitant avec AzO^3Ag ammoniacal; les gaz CO^2 et CH^4 apparaissent; la composition des mélanges est à peu près la même pour les divers bioses : *maltose* (0,29 CO; 0,51 H^2; 0,14 CO^2; 0,06 CH^4); *lactose* (0,29 CO; 0,48 H^2; 0,16 CO^2; 0,07 CH^4); *tréhalose* (0,30 CO; 0,54 H^2; 0,10 CO^2; 0,06 CH^4); *gentiobiose* (0,26 CO; 0,52 H^2; 0,14 CO^2; 0,08 CH^4).

En régime plus poussé, H^2 augmente en raison de l'attaque plus profonde des fonctions alcooliques. Le *maltose* (*loc. cit.*) donne 0,10 CO; 0,64 H^2; 0,17 CO^2; 0,09 CH^4, et le *tréhalose* 0,10 CO; 0,68 H^2; 0,14 CO^2; 0,08 CH^4.

Trioses. — Leur scission par les diastases se fait en deux échelons, comme l'ont montré les beaux travaux de M. Bourquelot. Une première diastase dédouble le triose en monose et biose ; une seconde diastase dédouble le biose en 2^{mol} de monoses. Ainsi le raffinose est dédoublé en lévulose et mélibiose; puis le mélibiose en glucose et galactose. De

même le mélézitose est dédoublé en glucose et touranose; puis le touranose en glucose et lévulose. Si les rayons ultraviolets opéraient de même en deux échelons, on le reconnaîtrait immédiatement à la nature et à la vitesse du dégagement gazeux qui seraient tout à fait différentes selon que le premier monose formé serait le glucose ou le lévulose. Or on observe bien, comme pour les bioses, un premier stade sans dégagement gazeux; mais la scission du triose en trois monoses se fait d'un seul coup : les rayons font donc l'office des diastases les plus diverses. Le *raffinose*, le *mélézitose* et le *gentianose*, dans *le début de l'ultraviolet moyen* ($\lambda > 0^{\mu},25$), donnent sensiblement le même mélange ($0,77\,CO : 0,23\,H^2$); 2^{cm^3} de solution en 23 heures, à 12^{mm} de la lampe ($t = 60^{\circ}$) dégagent en moyenne $0^{cm^3},50$ de gaz. La scission de chaque triose en 2^{mol} d'aldoses dont chacun dégage $2^{vol}\,CO$, $1^{vol}\,H^2$, et 1^{mol} de lévulose qui dégage $1^{vol}\,CO$ correspondrait au rapport $0,75\,CO : 0,25\,H^2$. En raison de la plus facile décomposition du lévulose, la teneur de CO est un peu plus forte. Les solutions sont neutres, ne réduisent pas à froid la liqueur de Fehling; mais réduisent légèrement à froid AzO^3Ag ammoniacal et décolorent MnO^4K acide à froid.

Dans *l'ultraviolet moyen et extrême* (lampe Westinghouse de 220 volts, au régime de 3,8 ampères sous 52 volts aux bornes), le dégagement gazeux est plus rapide; CO^2 et CH^4 apparaissent; les liqueurs s'acidifient et deviennent réductrices. La composition du gaz est encore sensiblement la même pour les divers sucres comme on le vérifie sur le *raffinose* ($0,54\,CO$; $0,34\,H^2$; $0,10\,CO^2$; $0,02\,CH^4$) et le *mélézitose* ($0,52\,CO$; $0,36\,H^2$; $0,09\,CO^2$; $0,03\,CH^4$). Cette identité des gaz de photolyse démontre que la scission du mélézitose se fait comme celle du raffinose, en 1^{mol} de lévulose et 2^{mol} d'aldoses, ce qui est contraire à la conclusion de M. Alekhine (*Ann. Chim.*, 6e série, t. XVIII, p. 532), que le mélézitose se scinderait en 3^{mol} de glucose, mais est bien conforme aux expériences plus récentes faites par M. Tanret avec sa rigueur habituelle (*Comptes rendus* t. 142, p. 1434). Les résultats précédents obtenus avec $0^{g},2$ de mélézitose montrent quels services la photolyse peut rendre dans l'étude de la constitution des corps.

En somme, les dédoublements par hydrolyse, nécessaires pour rendre les sucres assimilables par l'organisme animal, où ils ont lieu grâce à l'action des ferments, se produisent ici par les rayons ultraviolets. Nous avons vérifié qu'il en est de même pour le dédoublement des graisses. On réalise donc de véritables digestions artificielles *in vitro* dans les conditions d'antisepsie rigoureuse qu'assure le contact du mercure, en irradiant les liquides alimentaires par les rayons ultraviolets, c'est-à-dire qu'on remplace les diastases

par une simple excitation vibratoire. On est conduit par là à penser que l'efficacité des ferments n'est pas d'ordre matériel, mais d'ordre dynamique, et que la clef de leur action doit être cherchée non dans leur formule de constitution, mais dans leur rythme vibratoire.

CHIMIE PHYSIQUE. — *La polymérisation des corps à basse température.* Note de M. **Jacques Duclaux**, présentée par M. Villard.

Dans une Note précédente [1], j'ai cherché à expliquer la diminution de la chaleur spécifique des corps, à basse température, par une polymérisation de plus en plus avancée des molécules de ces corps. En cherchant des vérifications de cette hypothèse, j'ai été conduit à une relation qui m'a paru mériter d'être signalée, même si l'on n'admet pas les raisonnements qui m'y ont conduit.

On sait que, si l'on calcule pour tous les liquides le quotient $\frac{ML}{T}$ de la chaleur moléculaire de vaporisation par la température d'ébullition, sous la pression atmosphérique, on trouve des nombres assez voisins les uns des autres (règle de Pictet-Trouton) et dont la moyenne est d'environ 21. Si, au lieu de la vaporisation, on étudie la dissociation des corps, et si l'on calcule le quotient $\frac{Q}{T}$, analogue au précédent, de la chaleur de dissociation par la température à laquelle cette dissociation s'effectue, on trouve encore des nombres qui sont tous du même ordre de grandeur, et, chose remarquable, assez voisins de ceux qui correspondent à la vaporisation (Le Chatelier, Matignon). On sait d'ailleurs qu'en examinant les cas exceptionnels et tenant compte des circonstances particulières que chacun présente, on peut le plus souvent les faire rentrer dans la règle : et ceci a conduit à admettre que la constante de la règle de Pictet-Trouton est en quelque sorte une constante universelle, et qu'on devra encore la retrouver pour tout phénomène réversible assimilable aux précédents et mettant en jeu, par molécule-gramme, une quantité de chaleur Q à une température absolue T.

Il est d'ailleurs facile de voir qu'on retrouvera encore la même valeur, au moins approximativement, si l'on étudie une modification qui ne se produit pas à température constante, si par exemple on vaporise un liquide, non plus à température constante, mais à volume constant. Il suffira de

[1] *Comptes rendus*, t. 155, p. 1015.

remplacer l'expression $\frac{Q}{T}$ par l'intégrale $\int \frac{dQ}{T}$, dQ représentant la quantité de chaleur employée à chaque température T pour produire la modification étudiée; cette intégrale aura encore comme valeur la constante de Pictet-Trouton, dans les limites d'exactitude où nous nous tenons ici.

Or la polymérisation d'un corps et sa dépolymérisation constituent des phénomènes réversibles, assimilables aux dissociations, et la définition de l'intégrale $\int \frac{dQ}{T}$ s'y étend sans modification : elle y aura donc encore la même valeur (constante de Pictet) que je désigne par S.

D'après l'hypothèse que j'ai proposée, la polymérisation d'un corps est infinie au zéro absolu, tandis qu'elle est en général nulle lorsque le corps est à l'état de vapeur. Il se produit donc, quand il se refroidit, une infinité de polymérisations successives, et il est facile de voir qu'en calculant l'intégrale $\int \frac{dQ}{T}$ pour un échauffement d'un corps allant du zéro absolu jusqu'un peu au-dessus de sa vaporisation, on doit trouver des valeurs de cette intégrale dépendant de la manière dont la polymérisation s'effectue, mais toujours voisines de 2S, c'est-à-dire du nombre 42. En d'autres termes, si l'on désigne par T_e la température d'ébullition d'un corps quelconque, on aura toujours, si l'hypothèse de la polymérisation est exacte,

$$\int_0^{T_e} \frac{dQ}{T} = 42.$$

Cette relation est vérifiée par l'expérience. Le calcul rigoureux n'est pas possible, mais il est facile de montrer que pour les corps simples et les liquides fortement associés on aura une valeur seulement un peu plus élevée en calculant l'intégrale $\int_0^{Te} c\frac{dT}{T} = 2S'$, où c est la chaleur spécifique. Voici quelles sont ces valeurs, pour les dix corps dont la chaleur spécifique a été complètement étudiée :

	Limites de température.	2S'.
Aluminium	-273° à $+2400^\circ$	44
Argent	-273 à $+1800$	47
Carbone (graphite)	-273 à $+3500$	35
Cuivre	-273 à $+2200$	46
Iode	-273 à $+180$	45
Mercure	-273 à $+360$	46
Plomb	-273 à $+1600$	51
Soufre	-273 à $+450$	35
Zinc	-273 à $+1050$	44
Eau	-273 à $+101$	49

Ces nombres sont bien, comme l'hypothèse le demande, un peu supérieurs à 42. Il n'y a exception que pour le soufre et le carbone; mais, pour le soufre, l'exception n'est qu'apparente, puisque la vapeur du soufre est encore, à 450°, fortement polymérisée, de telle sorte que la valeur de l'intégrale doit être inférieure à 42. Pour le carbone, il est vraisemblable qu'une raison semblable peut être invoquée, et d'ailleurs le nombre du Tableau est calculé en supposant la chaleur spécifique du graphite constante et égale à 6,1 au-dessus de 1700°, alors qu'on sait positivement qu'elle augmente; l'augmentation peut être notable dans l'intervalle de 1800° pour lequel nous n'avons aucune mesure.

Il semble donc que les résultats précédents donnent une base déjà solide à l'hypothèse de la polymérisation.

CHIMIE. — *Détermination du poids atomique de l'uranium.* Note de M. Œchsner de Coninck, présentée par M. Henry Le Chatelier.

J'ai déterminé le poids atomique de l'uranium, en partant de l'oxalate d'uranyle anhydre, $C^2O^4UO^2$.

Ce sel, calciné à l'abri de l'air, se scinde nettement en UO^2 et CO^2.

Fraîchement précipité, il cristallise avec 3^mol d'eau; il les perd intégralement, lorsqu'on le dessèche pendant 3 heures à + 100°, et ne se réhydrate que très lentement; il se prête donc bien à des déterminations exactes.

Je l'ai obtenu très pur par action d'une solution saturée d'acide oxalique sur une solution étendue de nitrate d'uranyle pur.

Analyses. — I. Oxalate sec = 0g,3624; UO^2 (après calcination) = 0g,2736. Trouvé UO^2 pour 100 = 75,49; théorie = 75,45 pour 100. II. Sel sec = 0g,3600; CO^2 = 0g,0883; calcul pour le poids de CO^2 = 0g,08836.

Les calculs pour le poids moléculaire d'UO^2 ont été faits de la manière suivante : soient p le poids de l'oxalate sec, et p' le poids d'UO^2 après la calcination, on a l'équation

$$\frac{p}{p'} = \frac{x + 88}{x}.$$

Sept déterminations ont été faites :

I.	p = 0g,3300;	p' = 0g,2490.	P.M. d'UO^2	= 270,52.
II.	p = 0g,2639;	p' = 0g,1991.	P.M.	= 270,38.
III.	p = 0g,2903;	p' = 0g,2190.	P.M.	= 270,29.
IV.	p = 0g,2900;	p' = 0g,2188.	P.M.	= 270,43.
V.	p = 0g,1453;	p' = 0g,1096.	P.M.	= 270,16.
VI.	p = 0g,3299;	p' = 0g,4289.	P.M.	= 270,41.
VII.	p = 0g,3961;	p' = 0g,2989.	P.M.	= 270,91.

La moyenne de ces sept déterminations est de 270,40, ce qui donne pour l'uranium le poids atomique moyen 238,4. Le nombre admis par la Commission internationale des poids atomiques est 238,5.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur les alliages cuivre-zinc-nickel.* Note de M. **Léon Guillet**, présentée par M. Le Chatelier.

J'ai eu l'honneur de résumer, en 1906 (¹), devant l'Académie, les recherches que j'ai poursuivies sur les alliages de cuivre et de zinc. J'ai montré que la structure de ces alliages peut être modifiée par l'intervention d'un nouvel élément et que si celui-ci est susceptible d'entrer en solution dans les constituants normaux des laitons, il peut créer une structure que nous avons appelée *titre fictif* et qui obéit à la relation :

$$A' = \frac{100\,A}{100 + q(t-1)},$$

dans laquelle A′ est le titre fictif défini par la micrographie, A le titre réel donné par l'analyse chimique, q la quantité de l'élément ajouté, t son coefficient d'équivalence, c'est-à-dire la quantité de zinc auquel se substitue 1 pour 100 de cet élément, les propositions étant ramenées à 100.

J'avais indiqué, en outre, la valeur de ce coefficient d'équivalence pour quelques corps. A l'exception du manganèse ($t = 0,5$) et du fer ($t = 0,9$), tous les éléments étudiés ont présenté des coefficients d'équivalence égaux ou supérieurs à l'unité.

Mes nouvelles recherches ont eu pour but de trouver des éléments ayant une action plus forte que le manganèse et le fer, et donnant un titre fictif nettement supérieur au titre réel, ce qui peut avoir des conséquences industrielles intéressantes.

Le Tableau suivant résume quelques-uns des résultats que j'ai obtenus avec le nickel :

	Composition des alliages utilisés.		Titre fictif.	Coefficient d'équivalence calculé.
	Cu.	Ni.	Cu.	
Première série	55,10	0,59	55,7	−1,1
	55,14	1,02	56,5	−1,4
	55,95	2,03	58,55	−1,2
	55,41	5,02	62	−1,1
Deuxième série	49,46	0,50	54,7	»
	49,07	1,00	54,7	»
	49,47	2,02	54,7	»
	49,48	5,02	56	−1,3
	49,24	9,81	62	−1,1

(¹) Tome 140, 2ᵉ sem., p. 1047.

Le coefficient d'équivalence du nickel est donc compris entre − 1,1 et − 1,4.

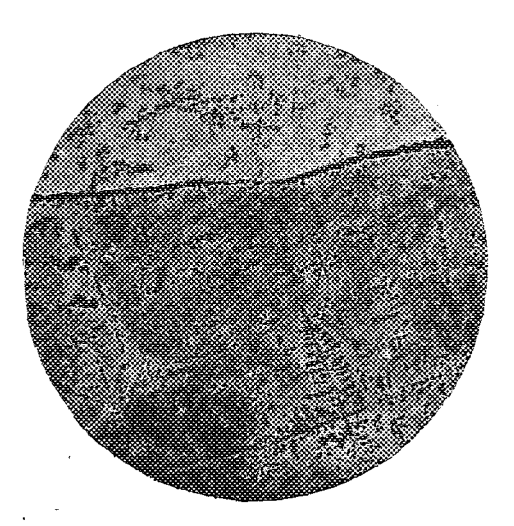


Fig. 1.
Métal initial à 49 pour 100 Cu.

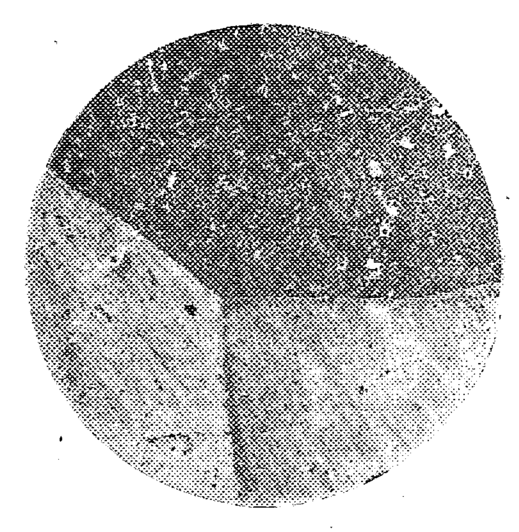


Fig. 2.
Laiton à Ni = 2; Cu = 49. Sol. β pure.

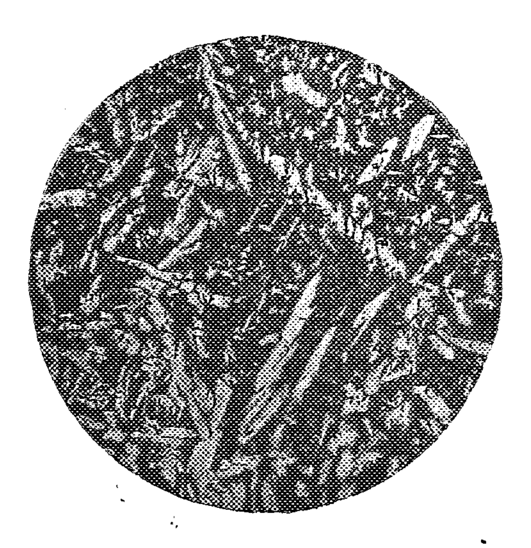


Fig. 3.
Laiton à Cu = 49; Ni = 5. Sol. α + Sol. β.

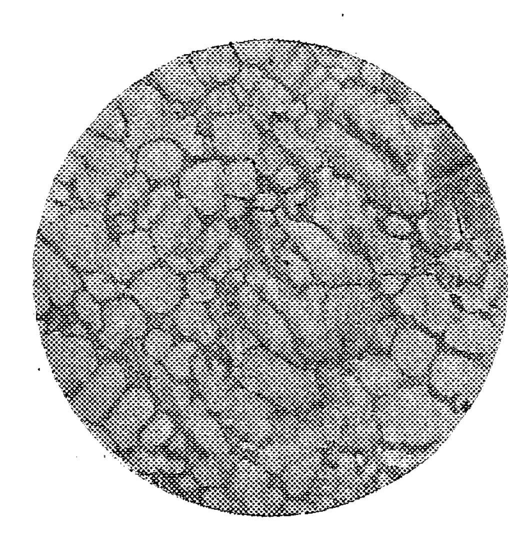


Fig. 4.
Laiton à Cu = 49; Ni = 10. Traces de β.

D'autre part, nous avons déjà indiqué que les propriétés d'un laiton spécial se rapprochent de celles de l'alliage cuivre-zinc ayant pour titre réel le

titre fictif du produit considéré et que ces propriétés sont toujours très nettement améliorées.

Cette règle se vérifie d'une façon extrêmement frappante avec les alliages cuivre-zinc-nickel, comme le prouve l'exemple suivant :

Composition de l'alliage : Cu = 56,7 ; Zn = 39,7 ; Ni = 3,4.

Titre fictif calculé ($t_{Ni} = -1,1$) : Cu = 60,4.

Titre micrographique : Cu = 60.

Propriétés sur métal laminé et recuit. — Traction : R = 47,2 ; E = 15,3 ; A pour 100 = 42,0 ; $\Sigma = 51,7$.

Choc sur barreaux entaillés : $\rho = 18$.

Dureté de la bille : $\Delta = 97$.

Dans les mêmes conditions, le laiton : Cu = 60 ; Zn = 40 ayant pour titre réel le titre fictif de l'alliage considéré aurait donné

R = 35, E = 12, A pour 100 = 30, $\Sigma = 30$, $\rho = 10$, $\Delta = 70$,

et l'alliage Cu = 56,7 ; Zn = 43,3 ayant même titre réel que l'alliage considéré aurait donné

R = 40, E = 12, A pour 100 = 10, $\Sigma = 15$, $\rho = 4$, $\Delta = 85$.

Conclusions. — Une addition de nickel à certains alliages cuivre-zinc améliore donc considérablement leurs propriétés mécaniques, en leur donnant un titre fictif nettement supérieur à leur titre réel.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Distillation fractionnée de la houille.* Note de M. Léo Vignon, présentée par M. A. Carnot.

J'ai étudié la distillation de divers échantillons de houilles au point de vue de l'obtention de gaz permanents; les gaz ont été fractionnés à diverses températures de distillation.

Les distillations ont été faites en employant 100g de houille pulvérisée placée dans un tube en fer; ce tube était chauffé dans un four à résistance électrique. La température était prise au centre de la houille par un couple Le Chatelier.

Les houilles ont été chauffées successivement à 400°, puis 600°, 850°, 1000°, 1200°. Chacune de ces températures était maintenue jusqu'à cessa-

tion non totale, mais presque complète, de dégagement gazeux à la température considérée. On a observé que les dégagements gazeux commençaient à 350°, pour s'arrêter à 1200°. Voici les résultats obtenus pour la composition centésimale des gaz de distillation :

I. — *Houille de Montrambert.*

Gaz	400°.	600°.	850°.	1000-1150°.	
CO	7,20	3,80	4,80	10,61	
H^2	0,00	1,70	69,15	74,19	
CH^4	64,96	81,09	17,63	8,20	
CO^2 et gaz acides	8,80	4,40	1,40	3,00	
O	4,00	1,20	0,80	0,60	
N	11,02	3,14	3,21	2,40	
Carbures absorb. par Br.	4,00	4,60	3,00	1,00	
Vol. gazeux en litres	4,2	6,2	12,0	8,0	total 30¹,4
Durée de la distillation	2h	1h30m	45m	2h	total 6h15m

II. — *Houille à gaz.*

Gaz.	400°.	600°.	850°.	1000°.	1150°.	
CO	2,60	7,70	11,40	9,50	19,40	
H^2	0,00	22,84	68,98	78,53	74,10	
CH^4	84,30	59,82	7,18	5,66	0,00	
CO^2 et gaz acides	6,00	5,00	4,60	0,80	1,80	
O	2,40	1,00	1,30	0,20	1,00	
N	1,00	3,13	6,00	4,59	3,00	
Carbures abs. par Br.	3,40	0,40	0,20	0,70	0,00	
Volumes en litres	5,0	10,0	5,5	7,1	5,00	total 32¹,6
Durée de la distillation.	3h	5h	3h30m	1h	1h	total 13h30m

Ces résultats montrent que le méthane se dégage presque en totalité avant ou à 600°, tandis que l'hydrogène passe surtout de 600° à 1150°. La proportion d'oxyde de carbone dégagé croît avec la température; les carbures incomplets, absorbables par le brome ($C^2H^2C^2H^4$, C^6H^6, ...), passent vers 400°. Les séparations sont d'autant plus nettes que la distillation est plus lente (II en 13h30m, I en 6h15m).

Trois autres échantillons ont été soumis aux mêmes épreuves :

III. — *Houille industrielle.*

Gaz.	400°.	400-600°.	600-800°.	800-1000°.	1000-1180°.	
CO	1,70	3,00	8,20	8,50	30,20	
H^2	23,60	20,50	48,70	68,20	19,00	
CH^4	58,00	55,00	24,30	13,00	10,50	
CO^2 et gaz acides	2,40	6,20	5,80	6,00	17,80	
O	2,00	3,20	2,60	1,00	1,50	
N	8,00	12,30	10,40	4,00	21,00	
Carbures abs. par Br.	3,80	0,55	0,00	0,00	0,00	
Volumes en litres	1,66	7,90	7,20	10,60	5,30	total $32^l,66$
Durée de la distillation.	2^h	1^h	1^h40^m	1^h30^m	1^h30^m	total 7^h40^m

Les deux déterminations suivantes ont porté sur deux échantillons de houilles à gaz :

Houille de Montrambert, contenant 2,65 p. 100 d'eau, donnant 4,75 p. 100 de cendres
» Saarbruck, » 2,85 » » 9,25 »

IV. — *Houille de Montrambert.*

Gaz.	0-600°.	600-800°.	800-1000°.	1000-1200°.	
CO	0,0	5,40	6,50	32,00	
H^2	2,7	36,00	59,80	37,50	
CH^4	76,00	45,00	24,30	13,60	
CO^2 et gaz acides	6,00	10,80	5,20	14,90	
Air (O, N,...)	10,00	2,00	4,00	2,00	
Carbures abs. par Br.	5,00	1,00	0,00	0,00	
Volumes en litres	6,8	7,2	10,7	6,9	total $31^l,6$
Durée de la distillation	2^h45^m	1^h10^m	1^h30^m	45^m	total 6^h10^m

V. — *Houille de Saarbruck.*

Gaz.	0-600°.	600-800°.	800-1000°.	1000-1200°.	
CO	0,00	2,90	5,10	23,00	
H^2	2,40	24,50	62,00	45,00	
CH^4	80,50	59,50	12,00	10,80	
CO^2 et gaz acides	3,20	2,40	2,40	10,00	
O	1,40	1,60	3,80	2,20	
N	5,60	6,40	15,20	8,80	
Carbures abs. par Br.	6,80	2,60	0,00	0,00	
Volumes en litres	4,8	7,8	9,0	6,6	total $28^l,2$
Durée de distillation	1^h	1^h	1^h20^m	1^h25^m	total 4^h45^m

On peut tirer de ces nombres les conclusions suivantes, qui s'appliquent,

malgré quelques variations quantitatives, à tous les échantillons de houille distillés :

1° Les carbures incomplets (C^2H^2, C^2H^4, C^6H^6, ...) passent surtout avant 600°; ils disparaissent à température élevée;

2° Le méthane et les carbures sont très abondants (60 à 84 pour 100) jusqu'à 800°, leur proportion décroît rapidement avec la température;

3° L'hydrogène, peu abondant jusqu'à 600° (2 à 25 pour 100), prédomine beaucoup, de 800° jusqu'à 1000°, pour diminuer ensuite, parfois, de 1000° à 1200°;

4° L'oxyde de carbone, dont la proportion varie de 3 à 11, suivant les échantillons, avec une moyenne de 6,5 jusqu'à 850°, peut dépasser 30 pour 100 au-dessus de 1000°.

En augmentant les températures de distillation, le volume gazeux total recueilli s'accroît; mais le gaz obtenu vers 1000° a un pouvoir calorifique faible et renferme, en général, beaucoup d'oxyde de carbone.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'eau oxygénée sur l'oxythionaphtène, l'acide oxythionaphtène-carbonique et le thioindigo.* Note de M. **Maurice Lanfry**, présentée par M. Haller.

I. *Oxythionaphtène.* — Ce phénol a été préparé par le procédé de Friedlaender, à partir du sel de sodium de l'acide oxythionapthène-carbonique. Il a été traité par l'eau oxygénée en liqueur alcaline et en liqueur acide.

A. *En liqueur alcaline.* — Les solutions sodiques diluées d'oxythionaphtène, additionnées d'eau oxygénée, à froid comme à chaud, se colorent rapidement en bleu et précipitent des flocons bleus qui, après dépôt, laissent une liqueur jaune-brun ne contenant plus d'oxythionaphtène et d'où je n'ai jamais pu extraire que des matières gommeuses.

Les flocons bleus, isolés par filtration, se dissolvent dans l'eau en laissant un résidu constitué par une petite quantité de thioindigo qu'ils englobent.

La solution aqueuse, d'un bleu intense, précipite par les acides forts en flocons rouges qui, séchés, sont assez semblables d'aspect au thioindigo, donnent comme lui des solutions dichroïques avec les solvants organiques, où il sont peu solubles, se dissolvent en vert dans l'acide sulfurique à 66° Baumé, d'où l'eau les reprécipite avec leur coloration rouge. Tous les alcalis caustiques, même les vapeurs ammoniacales diluées, les font virer au bleu ; de même les solutions de carbonate de soude. L'acide carbonique ne rougit pas les solutions bleues, mais il les précipite en flocons bleus ; le chlorure de sodium fait de même.

Ce corps rouge se comporte donc comme un acide à sels alcalins bleus. Le sel d'argent est bleu aussi; le sel de baryum violet.

Il n'a jamais été obtenu qu'avec un rendement inférieur à 1 pour 100, sa teneur en soufre est voisine de celle du thioindigo.

Il prend également naissance, avec un rendement aussi faible, dans les solutions alcalines d'oxythionaphtène simplement exposées à l'air.

B. *En liqueur acide.* — L'addition d'eau oxygénée à 10 ou 20^{vol}, à une solution acétique bouillante d'oxythionaphtène y détermine presque immédiatement la formation d'un abondant précipité floconneux rouge carmin, qui se redissout après un temps plus ou moins long, suivant la concentration et la proportion de l'oxydant. La solution se décolore ensuite peu à peu presque complètement.

Le précipité rouge est du thioindigo. Il a été identifié par ses propriétés physiques, sa solubilité dans le nitrobenzène et sa composition centésimale. Le rendement maximum a été de 25 pour 100 du poids d'oxythionaphtène.

La liqueur oxydée, après redissolution ou filtration du thioindigo, suivie de décoloration, est épuisée par agitation avec du benzène. Par évaporation au bain-marie, la solution benzénique laisse un résidu mi-résineux, mi-cristallin, qui, purifié par expression et recristallisation dans l'acide acétique dilué, fournit des aiguilles incolores fusibles à 139°.

L'analyse élémentaire et le poids moléculaire, déterminé par cryoscopie d'une solution benzénique, assignent à ce composé la formule $C^8H^6SO^3$, c'est-à-dire celle de l'oxythionaphtène additionnée de 2^{at} d'oxygène.

Il est très peu soluble dans l'eau, soluble dans l'éther sulfurique, le benzène, l'acide acétique, peu soluble dans l'alcool et l'éther de pétrole. Il se dissout à froid dans l'acide sulfurique à 65° B. sans coloration, et ne donne pas avec l'isatine la réaction de l'indophénine.

La solution aqueuse est neutre au tournesol. Les cristaux se dissolvent dans la soude caustique et les solutions de carbonate de soude, comme l'oxythionaphtène lui-même. Ils ne donnent pas les réactions colorées des phénols avec le perchlorure de fer, le réactif de Millon, la potasse et le chloroforme, ce qui leur est encore commun avec l'oxythionaphtène.

En résumé, au point de vue fonctionnel, ce dérivé oxygéné se comporte exactement comme le phénol d'où il dérive. Il est donc logique d'admettre que l'oxhydrile phénolique y est resté intact, et que les deux nouveaux atomes d'oxygène, dont la présence ne se manifeste par aucune affinité nouvelle de la molécule, sont fixés sur le soufre.

On a ainsi un *S. dioxy-oxy-3-thionaphtène* (I) correspondant à l'S.dioxythionaphtène (II) obtenu par l'action de l'eau oxygénée sur le thionaphtène [1]. Le rendement s'est élevé, dans les meilleurs cas, à 20 pour 100

[1] *Comptes rendus*, t. **154**, 1912, p. 519.

du poids d'oxythionaphtène.

(I) COH, CH (positions 1, 2, 3), SO^2 (II) CH, CH, SO^2

Il y a eu également formation d'une petite quantité d'acide sulfurique aux dépens du soufre thiophénique. Le reste, c'est-à-dire au moins la moitié de l'oxythionaphtène mis en œuvre, a été résinifié.

II. *Acide oxythionaphtène-carbonique.* — L'acide libre étant très instable, c'est son sel de sodium commercial à 30 pour 100 (Kalle et C°) qui a été soumis à froid à l'action de l'eau oxygénée. Le premier effet de l'oxydation est de supprimer la réaction phénolique : la solution aqueuse qui se colorait en bleu-noir par $FeCl^3$ en présence d'acide acétique, avant l'oxydation, ne se colore plus après 30 minutes d'action de l'eau oxygénée. Il y a en même temps formation d'une faible proportion (2 à 3 pour 100 du sel vrai) de thioindigo.

La majeure partie, presque la totalité du sel de sodium est résinifié.

III. *Thioindigo.* — L'eau oxygénée ne peut agir sur le thioindigo que s'il est très divisé. On le met facilement dans l'état convenable en le dissolvant dans l'acide sulfurique à 66° B. et précipitant par un grand volume d'eau la solution bleue obtenue. On a ainsi des flocons rouges, formés d'aiguilles microscopiques enchevêtrées, qui, traités à l'ébullition, en présence d'acide acétique, par de l'eau oxygénée à 10 ou 20^{vol}, se dissolvent peu à peu en donnant une liqueur rouge se décolorant elle-même presque complètement.

Je n'ai jamais pu extraire de la liqueur oxydée que des matières résineuses, qu'accompagne un peu d'acide sulfurique provenant de la destruction de la molécule.

Les essais d'oxydation tentés sur les dérivés sulfonés du thioindigo ont abouti au même résultat.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide glycérotriphosphorique de Contardi.* Note de M. P. Carré, présentée par M. A. Haller.

D'après Contardi ([1]) l'éthérification de 1^{mol} de glycérine par 3^{mol} d'acide phosphorique fournit quantitativement l'acide glycérotriphosphorique $C^3H^5(PO^4H^2)^3$. Cette réaction donne en réalité de l'acide glycérodiphosphorique $C^3H^5OH(PO^4H^2)^2$, de l'acide glycérophosphorique et un diéther de la forme PO^4R^2H; une assez forte proportion de l'acide phosphorique (environ 50 pour 100) reste à l'état libre.

Je ferai d'abord remarquer à M. Contardi que ses conclusions sont contraires à ses propres expériences. Il trouve que le dosage alcalimétrique du mélange éthérifié donne : virage à l'hélianthine, 29^{cm^3}; virage à la phtaléine, 54^{cm^3}; virage à la phtaléine en présence du chlorure de calcium, 70^{cm^3}, ce qui indique, 55 pour 100 d'acide phosphorique libre, 32 pour 100 de monoéther PO^4RH^2 et 13 pour 100 de diéther PO^4R^2H. Si tout l'acide phosphorique était transformé en éther de la forme PO^4RH^2, le virage à la phtaléine devrait être le même en présence ou non du chlorure de calcium, et le virage à la phtaléine devrait être exactement le double du virage à l'hélianthine.

Voyons maintenant les résultats que m'a donnés l'expérience de Contardi : $9^g,2$ de glycérine anhydre et 32^g d'acide phosphorique cristallisé sont chauffés 10 heures à 120° sous 20^{mm}. Le mélange est repris par l'eau et saturé par la baryte en présence de la phtaléine. Selon Contardi on obtient quantitativement un précipité de glycérotriphosphate de baryum; ce précipité, décomposé par l'acide sulfurique, donnerait l'acide glycérotriphosphorique libre qui serait très stable et ne précipiterait pas en jaune par la liqueur molybdique. Or, l'acide ainsi obtenu donne avec la liqueur molybdique un précipité jaune très abondant de phosphomolybdate d'ammonium. De plus, lorsqu'on sature par la soude, en présence de phtaléine, ce soi-disant acide glycérotriphosphorique et qu'on soumet la solution à la cristallisation fractionnée il se dépose d'abord du phosphate disodique dont j'ai vérifié la composition par l'analyse. Après séparation du phosphate de soude il reste un sirop incristallisable; ce sirop, dilué et précipité par le chlorure de baryum m'a donné un sel qui, lavé et séché à 120°, répond à la composition $C^3H^5OH(PO^4Ba)^2$ d'un glycérodiphosphate de baryum. L'acide glycérotriphosphorique de Contardi est donc un mélange d'acide phosphorique et d'acide glycérodiphosphorique.

La liqueur primitive, saturée par la baryte, filtrée et convenablement concentrée, abandonne par ébullition un précipité de glycérophosphate de baryum.

M. Contardi tire de ses expériences quelques autres conclusions inexactes. Ce serait, dit-il, par suite de la formation de cet acide glycérotriphosphorique que, lors de la préparation du glycérophosphate de calcium, le rendement est toujours inférieur à la proportion d'acide éthérifié. Selon lui, l'éthérification de proportions équimolé-

([1]) A. Contardi, *Gazz. chim. ital.*, t. XLII, 1912, p. 270.

culaires de glycérine et d'acide phosphorique se passerait conformément à l'équation

$$(1) \quad 6C^3H^8O^3 + 6PO^4H^3 = C^3H^{11}O^{12}P^3 + 3C^3H^9O^6P + 2C^3H^8O^3,$$

évidemment inexacte puisque nous venons de montrer qu'il ne se forme pas d'acide glycérotriphosphorique.

On pourrait penser que le faible rendement en glycérophosphate de calcium provient de la formation d'acide glycérodiphosphorique, dont les sels alcalino-terreux sont extrêmement peu solubles dans l'eau. Or, j'ai déjà montré (¹), et j'ai vérifié de nouveau, que la cause de ce faible rendement est la production d'un diéther PO^4R^2H dont le sel de calcium est très soluble. En effet, lorsqu'on soumet le mélange éthérifié à l'ébullition avec l'eau de façon à transformer le diéther PO^4R^2H en monoéther PO^4RH^2, le rendement en glycérophosphate correspond très sensiblement à la proportion d'éther PO^4RH^2 qu'indique le dosage, à condition de mettre une quantité d'eau suffisante pour dissoudre tout le glycérophosphate de calcium. On ne peut objecter que cela tient à la saponification partielle de l'acide glycérodiphosphorique car cet acide n'est pas sensiblement décomposé par l'eau dans les conditions où l'on saponifie partiellement le diéther.

M. Contardi indique en outre que l'acide glycérotriphosphorique chauffé avec 1^mol et 2^mol de glycérine fournit respectivement le diéther $C^6H^{10}(PO^4H)^3$ et le triéther $C^9H^{15}(PO^4)^3$. Ces résultats sont également erronés puisque l'acide glycérotriphosphorique en question n'est qu'un mélange d'acide phosphorique et d'acide glycérodiphosphorique; ils seraient d'ailleurs contradictoires avec la propre réaction (1) de Contardi, on ne comprendrait pas en effet que la glycérine puisse rester libre à côté de l'acide glycérotriphosphorique.

Je rappellerai enfin (²) que les éthers hexaphosphoriques de la mannite et de l'inosite, et heptaphosphorique (³) du glucose ne sont également que des mélanges pour les raisons suivantes : 1° leur composition varie avec les circonstances de leur préparation; 2° on en retire par cristallisation fractionnée de l'acide phosphorique cristallisé; 3° le dosage volumétrique y confirme la présence de l'acide phosphorique libre. Sans répondre aux deux premières de ces objections M. Contardi (⁴) maintient la formation d'acide inosite-hexaphosphorique par éthérification directe. Il reconnaît bien les résultats du dosage volumétrique; mais, dit-il, ce dosage doit, dans ce cas particulier, être inapplicable pour des raisons inconnues.

M. Contardi pense évidemment que tout alcool polyatomique mis en présence d'un nombre de molécules d'acide phosphorique égal à celui de ses fonctions alcool fournit le polyphosphate correspondant, je viens de montrer à nouveau, dans le cas de la glycérine, que la réaction est tout à fait différente, et cela je crois d'une façon assez nette pour qu'il me soit inutile de revenir désormais sur cette question.

(¹) P. Carré, *Comptes rendus*, t. 137, p. 1070; t. 138, 1904, p. 47; *Ann. de Chim. et de Phys.*, 8ᵉ série, t. V, 1905, p. 345.

(²) P. Carré, *Bull. Soc. chim.*, 4ᵉ série, t. IX, 1911, p. 195.

(³) Contardi, *Atti R. Accad. dei Lincei*, 5ᵉ série, t. XIX, 1910, p. 23, 823.

(⁴) Contardi, *Gazz. chim. ital.*, t. XLII, 1912, p. 408.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la bromuration de la cyclopentanone.* Note de MM. **Marcel Godchot** et **Félix Taboury**, présentée par M. Jungfleisch.

Dans de récentes Communications ([1]), nous avons décrit un certain nombre de composés cyclopentaniques dont la préparation avait pour point de départ la cyclopentanone. La présente Note a pour but de faire connaître les résultats que nous avons obtenus en soumettant cette acétone à l'action du brome.

A. *Tétrabromocyclopentanone*: $C^5H^4OBr^4$. — Ce dérivé bromé s'obtient en versant peu à peu 80g de brome, dissous dans 100g de tétrachlorure de carbone, dans 10g de cyclopentanone, dissous également dans 100g de tétrachlorure de carbone, ce qui correspond à peu près à 4mol de brome pour 1mol d'acétone. On constate un fort dégagement d'acide bromhydrique et l'on évite une trop grande élévation de température en refroidissant par un courant d'eau froide. Par évaporation à la température ordinaire de la solution tétrachlorocarbonique, on obtient un abondant dépôt de cristaux baignés dans un peu d'huile. La proportion de l'huile formée varie suivant chaque expérience sans qu'il soit possible d'établir d'une façon certaine les conditions de la formation unique, soit d'huile, soit de cristaux. En effet, qu'on opère soit à froid, soit à la température d'ébullition du tétrachlorure de carbone, soit au soleil, soit à la lumière diffuse, on constate qu'il se forme toujours un mélange de cristaux et de corps huileux. Après essorage des cristaux et recristallisation de ces derniers dans le tétrachlorure de carbone, on obtient un produit bien défini, incolore, se présentant sous la forme de grandes tables allongées, fusibles vers 99°. L'analyse et la cryoscopie nous ont montré que ce dérivé bromé devait être une tétrabromocyclopentanone. Ce fait est à rapprocher de celui déjà signalé par Wallach ([2]) d'une part, par M. Bodroux et l'un de nous ([3]) d'autre part, qui ont montré que la cyclohexanone, soumise à l'action du brome, fournissait la tétrabromocyclohexanone.

Nous avons retrouvé également le même dérivé tétrabromé de la cyclo-

([1]) *Comptes rendus*, t. 152, p. 681; t. 153, p. 1010; *Ann. de Chim. et de Phys.*, mai 1912.

([2]) *Liebig's Ann. Chem.*, t. CCCXLIV, p. 133.

([3]) *Bull. Soc. chim.*, 4e série, t. XI, 1912, p. 656.

pentanone en traitant cette dernière par le brome en présence du bromure d'aluminium.

La tétrabromocyclopentanone est très soluble dans l'éther éthylique, l'éther acétique, le tétrachlorure de carbone, le sulfure de carbone, etc. Abandonnée à elle-même, elle perd lentement de l'acide bromhydrique en se transformant en une huile jaunâtre. La même transformation a lieu plus rapidement à chaud ou à froid en présence d'un dissolvant.

B. *Tribromocyclopentène-one :* $C^5H^5OBr^3$. — Si l'on abandonne à la température ordinaire une solution concentrée de tétrabromocyclopentanone dans l'éther acétique, on constate un abondant dégagement d'acide bromhydrique qui augmente peu à peu; après cessation de ce dégagement et évaporation du solvant, on obtient des cristaux imprégnés d'un peu d'huile; le poids des cristaux ainsi obtenus correspond à peu près au poids du dérivé tétrabromé mis en œuvre, moins 1^{mol} d'acide bromhydrique. Par cristallisations répétées dans le tétrachlorure de carbone, on obtient un produit bien cristallisé, incolore, d'apparence prismatique, fusible vers 57°-58°; l'analyse et la cryoscopie dans la benzine nous ont fourni les chiffres exigés pour la formule $C^5H^3OBr^3$. Cette tribromocyclopentène-one est très soluble dans la plupart des dissolvants usuels. Chauffée vers 160°, elle perd de l'acide bromhydrique et donne un résidu charbonneux.

C. *Pentabromocyclopentanone :* $C^5H^3OBr^5$. — Ce dérivé s'obtient très facilement en traitant le composé précédent, dissous dans le tétrachlorure de carbone, par la quantité correspondante de brome nécessaire pour fixer 2^{at} de brome sur la double liaison, existant nécessairement dans la tribromocyclopentène-one. Par évaporation du solvant, on obtient de très beaux cristaux, incolores, fusibles à 93°, dont l'analyse et la cryoscopie conduisent à la formule d'une pentabromocyclopentanone. Chauffée audessus de son point de fusion, ce dérivé perd du brome et de l'acide bromhydrique.

D. Si l'on abandonne à lui-même pendant un certain temps le corps huileux recueilli dans la bromuration de la cyclopentanone, on constate un dégagement d'acide bromhydrique; finalement, si l'on traite par l'eau bouillante le produit bromé résultant, qui est huileux et indistillable même dans le vide, on arrive à l'hydrolyser et la solution ainsi obtenue est fortement acide par suite de la formation d'acide bromhydrique. Des

extractions à l'éther permettent de retirer de cette liqueur une petite quantité d'un composé cristallisé qui se présente sous l'apparence de belles aiguilles légèrement jaunâtres, très solubles dans l'éther acétique, moins dans le benzène, fusibles à 147°. L'analyse de ce produit nous a fourni des résultats très voisins de ceux exigés pour l'une ou l'autre des deux formules : $C^5H^3O^2Br$ ou $C^5H^5O^2Br$, le faible écart entre les teneurs en hydrogène ne nous ayant pas permis de conclure avec certitude. Ce dérivé monobromé doit posséder une fonction alcoolique et une fonction cétonique; il réduit le nitrate d'argent ammoniacal ainsi que la liqueur de Fehling; la potasse étendue le dissout et les acides le précipitent de cette solution; le perchlorure de fer le colore en violet. N'ayant eu en mains qu'une très petite quantité de ce produit, nous n'avons pu, pour le moment, en poursuivre l'étude, mais des expériences en cours, que nous publierons prochainement, nous ont confirmé l'extrême mobilité des halogènes substitués dans le noyau cyclopentanonique et la facilité avec laquelle ils y sont remplacés par des groupements hydroxylés.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Dérivés nitrés de l'oxyde de métacrésyle.* Note de M. A. MAILHE, présentée par M. Ch. Moureu.

L'oxyde de métacrésyle $C^6H^4\underset{(3)}{(CH^3)} - \underset{(1)}{O} - \underset{(3)}{C^6}H^4(CH^3)$ se prépare très aisément par la méthode Sabatier et Mailhe, à l'aide de la thorine. Il bout à 285°, et s'obtient à peu près exclusivement. Aucun de ses dérivés nitrés n'étant connu, je me suis proposé de les préparer. La nitration de cet oxyde, effectuée à froid en milieu acétique, conduit à un liquide rouge, après décomposition par l'eau. Ce liquide, soumis à la distillation fractionnée, abandonne une portion notable d'un composé distillant à 245°-250° sous 50^{mm}, qui se prend très difficilement, au bout de plusieurs jours, en une masse solide incristallisable, fondant à 48°. C'est l'oxyde de métacrésyle mononitré, $C^6H^4(CH^3)O.C^6H^3(CH^3)(NO^2)$. Il donne, par réduction à l'aide du fer et de l'acide acétique, une amine qui donne avec le chlorure de chaux une coloration violacée, devenant rouge au bout de peu de temps.

Si, pendant la nitration en milieu acétique, on laisse la température s'élever jusqu'à 80°-90°, on obtient, après addition d'eau, une masse visqueuse noire. Reprise par l'éther, elle laisse une poudre brune, tandis que la liqueur éthérée contient le dérivé mononitré. Cette poudre, recristallisée dans l'alcool, se présente en prismes clinorhombiques, fondant

à 112°. C'est l'oxyde de métacrésyle dinitré :

$$C^6H^3(NO^2)(CH^3) - O - C^6H^3(CH^3)(NO^2).$$

Les analogies indiquent que les résidus NO^2 ont dû occuper la position para par rapport à l'oxygène.

Si l'on effectue la nitration directe de l'oxyde de métacrésyle, en introduisant peu à peu cet oxyde dans de l'acide azotique fumant et en refroidissant constamment, on obtient, après addition d'eau, une pâte d'où l'on peut, après action de l'éther, retirer des cristaux du dérivé dinitré. La pâte restante, ayant été soumise à l'action de l'acide azotique fumant et du mélange sulfo-nitrique, a fourni une poudre blanche amorphe, fondant à 203°. L'analyse montre qu'on a affaire à l'oxyde de métacrésyle tétranitré, $C^6H^2(CH^3)(NO^2)^2 - O - C^6H^2(CH^3)(NO^2)^2$. D'après les analogies, les deux résidus NO^2 doivent avoir occupé dans chaque noyau les positions 2 et 4.

N'ayant pas rencontré de dérivé trinitré, j'ai cherché à effectuer la nitration en passant par l'intermédiaire des acides sulfo-conjugués. J'ai dissous une certaine quantité d'oxyde de métacrésyle dans l'acide sulfurique à 66° Baumé, puis j'ai fait tomber goutte à goutte dans cette solution de l'acide azotique fumant. Il est nécessaire de refroidir au début, puis l'on chauffe progressivement jusqu'à ce que la température s'élève vers 80°-90°. Le produit est versé dans l'eau. Il se précipite une poudre blanche qui se sèche facilement. Elle ne fond pas nettement. Je l'ai soumise à plusieurs épuisements successifs à l'aide d'alcool bouillant. Une portion se dissout. L'alcool abandonne par refroidissement une petite quantité d'un produit cristallisé, qui se présente en lamelles hexagonales allongées, fondant à 147°. Quatre dosages m'ont fourni la teneur en azote d'un dérivé tétranitré. Puis l'évaporation à peu près complète de l'alcool abandonne une faible dose du dérivé dinitré. Trois fois j'ai effectué cette nitration dans les mêmes conditions; elles m'ont conduit à un résultat semblable. La poudre restant après épuisement par l'alcool fond à 203°. C'est le dérivé tétranitré 2.4, 2′4′. Il en résulte que le produit fondant à 147° doit être le dérivé tétranitré 2.2, 2′ 2′. Il faut dire que la dose de ce composé produite pendant ces nitrations est très faible, par rapport à celle du dérivé 2.4, 2′ 4′.

J'ai essayé de pousser la nitration plus loin, en faisant bouillir ce dérivé tétranitré pendant plusieurs heures avec de l'acide azotique fumant. Je n'ai pas réussi à dépasser le terme tétranitré. Mais dans cette action, le

dérivé amorphe s'est changé en un composé cristallisé en aiguilles soyeuses, fondant à 203°.

Bouilli avec de la potasse concentrée, ce dérivé tétranitré fournit une poudre cristalline, noire constituée par l'oxyde de métacrésyle dinitré dioxhydrylé. Il fond vers 300° en se détruisant.

On voit que la nitration de l'oxyde de métacrésyle ne peut pas être poussée à la pression ordinaire au delà du dérivé tétranitré. C'est un résultat semblable à celui que j'ai obtenu par nitration des oxydes de phényle et de phénylène (1).

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la présence du stachyose dans le Haricot et les graines de quelques autres Légumineuses.* Note de M. **Georges Tanret**, présentée par M. Armand Gautier.

Le stachyose est, on le sait, un sucre cristallisé que Schulze et von Planta ont découvert, en 1890, dans la racine bulbeuse d'une Labiée, le Crosne du Japon (*Stachys tuberifera*). En 1903, C. Tanret l'identifia avec le mannéotétrose que, l'année précédente, il avait découvert dans la manne du frêne et caractérisé comme un tétrasaccharide $C^{24}H^{42}O^{21}$ donnant par hydrolyse totale une molécule de lévulose, une de glucose et deux de galactose. Depuis, on a signalé sa présence dans diverses Labiées (*Piault*) et dans le Jasmin (*Vintilesco*). C'est en somme, jusqu'à présent, un sucre qu'on peut considérer comme assez rare, en ce sens qu'il n'a été rencontré que dans un nombre restreint de végétaux.

I. J'ai reconnu que ce sucre forme avec l'hydrate de strontium une combinaison strontianique comparable à celle du saccharose et précieuse pour sa recherche dans les sucs végétaux.

En effet, si à une solution chaude de stachyose à 20 pour 100 on ajoute une solution saturée bouillante de strontiane, il se produit un précipité insoluble à chaud, qu'on peut recueillir et laver avec de l'eau de strontiane chaude. Il répond à la formule $C^{24}H^{42}O^{21}, 6SrO$. A froid et en présence d'une petite quantité d'eau, il se décompose en hydrate de strontiane, qui cristallise, et en un sucrate strontianique inférieur $C^{24}H^{42}O^{21}, 2SrO$, très soluble. Celui-ci, décomposé par CO^2, régénère le stachyose. Grâce à ce composé strontianique on peut, dans un mélange où on l'a préalablement accumulé en assez grande proportion, isoler le stachyose, le séparant ainsi des sels et des sucres réducteurs, qui, même à doses très minimes, entravent si fâcheusement sa

(1) *Bull. Soc. chim.*, 4e série, t. XI, p. 1011.

cristallisation et peuvent la rendre impossible : il ne contient plus comme impuretés que les corps précipités avec lui par la strontiane bouillante.

II. Au cours d'une recherche sur les hydrates de carbone du Haricot (*Phaseolus vulgaris*), j'ai réussi, grâce à ce composé strontianique, à en isoler du stachyose.

Des haricots secs (Soissons), réduits en poudre, ont été épuisés par de l'alcool à 60° bouillant. L'alcool filtré a été déféqué par le sous-acétate de plomb : après une nouvelle filtration, on neutralise à la baryte, on distille l'alcool, on concentre à $\frac{1}{8}$ environ et l'on élimine Pb et Ba par SO^4H^2. On a ensuite enlevé l'acide acétique par agitation avec de grandes quantités d'éther. La liqueur ainsi obtenue a été saturée de baryte à froid, filtrée, puis soumise à une série de précipitations fractionnées par l'alcool : les sucres à pouvoir rotatoire plus élevé s'accumulent dans les premiers précipités barytiques, les sucres à pouvoir rotatoire inférieur dans les derniers et dans les eaux mères. Les portions à α_D voisin de $+120°$ furent alors passées à la strontiane bouillante : le précipité décomposé par CO^2 donna un sucre qui, amené en sirop, se prit en quelques jours en une masse cristalline. Celle-ci, délayée avec de l'alcool à 60°, fut passée à la trompe : puis les cristaux furent redissous dans de l'alcool à 85° bouillant, qui, au bout de quelques jours, abandonna une belle cristallisation d'un sucre qui fut identifié avec le stachyose. En effet, il a pour pouvoir rotatoire $\alpha_D + 132°,6$; il se dédouble par l'acide acétique à 20 pour 100 en manninotriose et lévulose; comparativement avec des poids égaux de stachyose du Crosne et de mannéotétrose de la Manne, il accuse la même déviation polarimétrique que ces deux derniers. Il en a été de même pour une hydrolyse par SO^4H^2 à 3 pour 100, qui le dédouble en lévulose, glucose et galactose.

Quant aux liqueurs sucrées provenant des derniers fractionnements barytiques et dont α_D variait de $+60°$ à $+80°$, elles furent saturées à froid d'hydrate de baryte puis portées au bain-marie bouillant. Elles laissèrent alors déposer du saccharate de baryte qui, décomposé par CO^2, donna du saccharose qu'on fit cristalliser dans l'alcool à 85° (Schulze l'avait déjà signalé en 1894).

Les haricots traités contenaient, par kilogramme, 21^g de stachyose et 39^g de saccharose. Ils ne renfermaient pas de sucres réducteurs.

III. Les autres graines de Légumineuses ne contiendraient-elles pas également du stachyose? Pour le savoir, je me suis adressé à des graines, les unes se rapprochant du Haricot par leur richesse en amidon comme la Lentille (*Ervum lens*) et le Pois (*Pisum sativum*); les autres pauvres en amidon, comme le Trèfle (*Trifolium incarnatum*), le Galega (*Galega officinalis*), le Lupin (*Lupinus luteus*); et enfin à une graine qui en est totalement dépourvue, le Soja (*Soja hispida*). Dans tous les cas, sauf pour le Pois, on réussit à isoler le stachyose et à le faire cristalliser, tantôt très

facilement comme pour le Soja ([1]), le Trèfle et le Galega, tantôt avec assez de difficulté comme pour la Lentille et surtout le Lupin.

Je rappellerai que Schulze qui avait déjà étudié le Haricot et le Lupin n'en avait retiré qu'un sirop incristallisable à pouvoir rotatoire très voisin de celui du stachyose, et qu'il avait appelé *lupéose*. On vient de voir que le lupéose du Haricot est tout simplement du stachyose. Quant au lupéose du Lupin, il est tout au moins accompagné de stachyose, et peut-être même n'est-il autre chose que du stachyose que quelque impureté, non encore éliminée, a empêché de cristalliser : ce serait aussi le cas du sucre du Pois.

Dans toutes les graines examinées on a constaté, comme pour le Haricot, la présence de saccharose : ce dernier sucre a, dans chaque cas, été isolé à l'état cristallisé.

IV. En résumé, on voit combien le stachyose est répandu dans les graines des Légumineuses (où sa présence a peut-être quelque relation avec celle des galactanes que M. Müntz a signalées dans quelques-unes). En étendant ces recherches, on le retrouverait certainement dans d'autres graines de cette grande famille. Le stachyose a donc plus qu'un intérêt théorique : on doit l'envisager comme un sucre alimentaire qui fait partie de notre consommation journalière, et cela sous tous les climats. Pour peu connu que soit encore le mécanisme de son utilisation chez l'homme, il est néanmoins brûlé en totalité dans l'économie, comme je m'en suis assuré sur moi-même. A ce titre, de nouvelles recherches sur son assimilation conduiraient sans doute à d'intéressants résultats.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Hydrolyse et déplacement par l'eau des matières azotées et minérales contenues dans les feuilles*. Note de M. G. **André**, présentée par M. A. Gautier.

J'ai étudié, dans deux Notes antérieures (*Comptes rendus*, t. 153, 1911; p. 1497, t. 154, 1912, p. 1103), la vitesse avec laquelle l'azote, l'acide phosphorique et la potasse émigraient hors des tubercules de pommes de terre et des graines de blé et de haricot immergés dans l'eau distillée; j'ai montré que l'exosmose de ces substances, assez rapide pendant le premier

([1]) Levallois, en 1881 (*Comptes rendus*, t. 93, p. 281), avait déjà retiré du Soja une matière sucrée à $\alpha_D + 115°$, qu'il n'avait pu faire cristalliser.

mois de l'immersion, se ralentit beaucoup dans la suite. J'ai exécuté des essais analogues sur les feuilles du Châtaignier commun, prises à divers moments de leur développement. Ici, l'organe employé est mince, et les phénomènes d'exosmose doivent, semble-t-il, être plus rapides. Cependant, la nature de l'azote contenu dans ces feuilles diffère beaucoup de celle que possède cette même substance dans les tubercules en particulier. Elle offre à l'hydrolyse une résistance remarquable. Cette élimination de matière hors des feuilles plongées dans l'eau présente un certain intérêt en raison de la restitution au sol des éléments fertilisants que les feuilles lui ont empruntés, lorsque ces feuilles tombent à l'automne et sont soumises au lavage de l'eau de pluie.

I. J'ai immergé dans 2500^{cm^3} d'eau distillée, additionnée d'un peu de formol, 200 feuilles de châtaignier fraîches et bien saines. Au bout de 7 à 8 jours, le liquide a été décanté et analysé, puis remplacé par de l'eau distillée. Après une vingtaine de jours, on a analysé de nouveau le liquide. Dans certains cas, la durée de l'immersion a été plus prolongée. Les feuilles ont été ensuite séchées, pesées et analysées. Dans quelques essais, j'ai soumis comparativement à l'action de l'eau des feuilles que j'avais laissé se dessécher à l'air jusqu'à perte de poids constante. Les résultats ont été à peu près identiques, au point de vue de la quantité de substance capable d'exosmose, à ceux que j'ai obtenus avec les feuilles fraîches. Voici le Tableau d'une des expériences :

		Azote total.	Phosphore calculé en PO^4H^3.	Potasse K^2O.
I. 21 mai 1911.	100g de feuilles (supposées séchées à 110°) renferment...	g 2,9271	g 0,9597	g 1,4344
	Poids des substances ayant exosmosé dans l'eau au bout de 31 jours d'immersion...	0,1480	0,5675	1,4344
	Poids des substances dans le résidu insoluble.	2,7791	0,3922	Traces indosables
II. 21 juill.	100g de feuilles (supposées séchées à 110°) renferment...	2,1538	0,5746	1,4721
	Poids des substances ayant exosmosé dans l'eau au bout de 58 jours d'immersion...	0,1183	0,4388	1,4431
	Poids des substances dans le résidu insoluble.	2,0355	0,1358	0,0290
III. 22 sept.	100g de feuilles (supposées séchées à 110°) renferment...	1,7961	0,6083	1,5953
	Poids des substances ayant exosmosé dans l'eau au bout de 255 jours d'immersion...	0,1127	0,4510	1,5090
	Poids des substances dans le résidu insoluble.	1,6834	0,1573	0,0863

		Azote total.	Phosphore calculé en PO^4H^3.	Potasse K^2O.
		g	g	g
Proportions des substances ayant passé dans l'eau au bout des 8 premiers jours d'immersion p. 100 de la quantité totale exosmosée.	I...	72,92	80,97	79,68
	II..	63,35	80,66	83,29
	III.	45,76	65,68	73,21

Il résulte de l'examen des chiffres inscrits dans les trois dernières lignes que la majeure partie de l'azote, de l'acide phosphorique et de la potasse s'élimine dès les premiers jours de l'immersion dans l'eau; mais, ainsi que l'on devait s'y attendre, en quantités d'autant plus fortes que la feuille est plus jeune. Dans celle-ci, en effet, une fraction importante de l'azote se trouve sous la forme amidée, le phosphore s'y rencontre encore en quantité notable sous l'état de sels minéraux, et la potasse n'est pas engagée dans ces combinaisons peu solubles ou insolubles sur lesquelles Berthelot a appelé l'attention (*Comptes rendus*, t. 141, 1905, p. 433). On remarquera avec quelle facilité cette dernière base traverse les cellules de la feuille, puisque la presque totalité de l'alcali a passé dans l'eau au bout d'un temps relativement court. L'acide phosphorique s'élimine moins rapidement; une partie de cet acide, ou plutôt du phosphore, demeure engagée dans des combinaisons organiques que les phénomènes d'hydrolyse n'atteignent que lentement. Quant à l'azote, il affecte dans la feuille une forme qui s'oppose à l'hydrolyse, dans les conditions d'une simple immersion dans l'eau. En effet, même après 255 jours (expérience III), la feuille n'avait abandonné à l'eau que 6,27 pour 100 de son azote total, les $\frac{85}{100}$ de cette fraction s'étant déjà éliminés au bout de 35 jours. J'avais observé des phénomènes analogues dans le cas des graines de blé et de haricot (*loc. cit.*), alors que, chez la pomme de terre, l'exosmose de l'azote était considérable dans les mêmes conditions de temps.

II. L'élimination dans l'eau, à la suite des phénomènes d'autolyse que je viens d'étudier, des éléments que contiennent les feuilles, donne une mesure assez approchée de la quantité de matières fertilisantes que le sol peut récupérer lorsque les feuilles tombent à l'automne. Sans doute, lorsque les feuilles sont complètement immergées, comme dans l'expérience actuelle, elles doivent abandonner plus rapidement au liquide ambiant les substances qui proviennent de l'autolyse que lorsque ces mêmes feuilles sont simplement humides et lavées de temps en temps par les eaux pluviales. Mais, dans les conditions naturelles où elles se trouvent après leur chute, elles deviennent

la proie d'un nombre considérable d'animaux (insectes, mollusques), et surtout de microbes, qui en détruisent peu à peu les tissus et augmentent ainsi la surface d'attaque vis-à-vis des agents atmosphériques.

Si l'on s'en tient aux chiffres que j'ai obtenus par immersion, on trouve que les feuilles de châtaignier auraient cédé à l'eau, et par conséquent au sol dans le cas de leur chute, les quantités de matière suivantes, pour 100 parties de la quantité totale d'azote, d'acide phosphorique et de potasse qu'elles renferment :

Date du prélèvement.		Azote.	PO^4H^3.	K^2O.
21 mai 1911 :	au bout de 31 jours d'immersion	5,05	59,13	100
21 juillet :	» 58 » »	5,49	76,36	98,03
22 septembre :	» 255 » »	6,27	74,14	94,58

Il en résulte que, si l'exosmose de l'azote sous forme soluble est peu considérable et si le sol ne récupère qu'avec lenteur l'azote qu'il avait cédé au végétal, le phosphore, au contraire, lui fait assez rapidement retour ainsi que la presque totalité de la potasse.

J'ai obtenu des résultats de même ordre avec des feuilles de 1912.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Action hypertrophiante des produits élaborés par le* Rhizobium radicicola *Beyer*. Note de M. **Marin Molliard**, présentée par M. Gaston Bonnier.

On est unanime à admettre, pour expliquer la formation des galles, l'existence d'un produit sécrété par le parasite ; c'est cette substance qui agirait sur les tissus en voie de formation pour leur imprimer des caractères si différents de ceux qu'ils acquièrent dans les conditions normales ; mais il faut reconnaître, d'autre part, que toutes les expériences tentées en vue de démontrer le bien-fondé de cette hypothèse n'ont conduit qu'à des insuccès ; elles ont, à la vérité, exclusivement porté sur des parasites animaux, et les nombreuses difficultés techniques qu'on rencontre au cours de tels essais suffisent à faire comprendre l'échec auquel ils ont abouti jusqu'ici. J'ai songé alors à m'adresser, non plus à des parasites animaux, mais à des micro-organismes de nature végétale, qu'il est possible de cultiver d'une manière pure, et dont on peut par suite obtenir, en quantité aussi grande qu'on le désire, les produits qu'ils sécrètent pendant leur développement ;

c'est le cas du *Rhizobium radicicola* Beyer, qui a servi aux expériences dont je relate ici les principaux résultats.

Le parasite, isolé de tubercules radicaux de Fève, a été cultivé dans le milieu qui a servi à Mazé, et qui est constitué par un bouillon de haricots additionné de 1 pour 1000 de chlorure de sodium et de 2 pour 100 de saccharine. Ce liquide, contenu dans de grands ballons, a été ensemencé avec le parasite et, au bout de 10 jours de développement du *Rhizobium*, a été filtré tout d'abord à travers du papier, puis à l'aide d'une bougie de porcelaine, de manière à l'obtenir à l'état stérile; il était ensuite réparti dans des tubes où il servait de milieu pour le développement de graines de Pois, mises au préalable à germer aseptiquement sur de l'ouate humide.

Pour rendre aisées ces cultures, les tubes employés étaient des tubes à essais assez longs et fortement étranglés vers leur milieu; la partie inférieure du tube était remplie de liquide exactement jusqu'à l'étranglement, et celui-ci maintenait les graines, tout en leur permettant d'engager leur radicule dans le liquide; je désignerai ces cultures par le n° II; d'autres graines de Pois se développaient, dans des conditions semblables, sur de l'eau de Vanne, de manière à servir de témoins (lot n° I).

L'allure des plantes développées sur les deux liquides est très différente; je ne parlerai ici que de la racine, qui est naturellement l'organe le plus modifié. Au bout de 7 jours, on constate qu'en I la racine principale a une longueur de 8^{cm}; elle porte de nombreuses radicelles, relativement longues (les plus âgées atteignent $3^{cm},5$); en II, au bout du même temps, la radicule n'a que 4^{cm} de long et toutes les radicelles sont à peine apparentes en dehors de l'axe; elles ont l'aspect de petits pointements épineux; mais c'est surtout par leur épaisseur que les racines se distinguent dans les deux lots; en I, le diamètre transversal est d'environ $1^{mm},5$ dans la partie moyenne, il devient, en II, égal à $4^{mm},5$, et cela dans presque toute l'étendue de l'organe; l'action du liquide de culture où s'est développé le *Rhizobium* se traduit donc par un ralentissement dans la croissance en longueur et par un renflement très accentué.

Cette sorte de tubérisation de la racine est acquise par plusieurs modifications anatomiques et intéresse à la fois l'écorce et le cylindre central. Dans la racine développée en présence de l'eau de Vanne, la limite est très nette entre le cylindre central et l'écorce; en face du liber le péricycle n'est constitué que par 2-3 assises de petites cellules et son épaisseur moyenne est de 30^{μ}; les cellules corticales (l'assise pilifère, l'assise subéreuse et l'endoderme mis à part) sont isodiamétrales et présentent un méat de sec-

tion triangulaire à chacun de leurs angles; dans la partie moyenne de l'écorce elles ont un diamètre de 50^{μ}, et leur noyau ovoïde a un grand axe de 10^{μ}. Dans les plantes du lot II la limite entre le cylindre central et l'écorce devient indistincte; le péricycle est énormément développé; il est formé par 8 assises en face du liber et son épaisseur atteint 400^{μ}; les assises extérieures de cette région sont constituées par des cellules ayant absolument la forme des cellules corticales de la racine normale et présentant en particulier les mêmes méats. De leur côté, les cellules corticales sont profondément modifiées dans la racine qui s'est développée en présence du liquide de culture du *Rhizobium;* si leur nombre n'a pas changé, elles se sont allongées fortement dans le sens radial, et leur ensemble acquiert une épaisseur de $1^{mm},6$; les méats sont presque devenus des lacunes en perdant leur régularité et les cellules de la zone moyenne peuvent acquérir une longueur de 300^{μ}, leur largeur étant de 70^{μ}; leur noyau subit une hypertrophie concomitante et son grand axe devient en moyenne égal à 20^{μ}. Il y a donc hyperplasie dans le péricycle de la racine et hypertrophie très accentuée dans l'écorce.

Mais il y avait lieu de faire le départ entre les actions des différentes substances constitutives du liquide dont on étudiait l'action morphogénique; d'autres cultures ont été effectuées, parallèlemeut aux précédentes, en se servant comme milieux, pour le lot n° III, du liquide de culture précédent, mais dans lequel ne s'est pas développé le *Rhizobium*, pour le lot n° IV d'une solution aqueuse de peptone à 1 pour 100, enfin pour le lot n° V du liquide de culture du *Rhizobium* chauffé pendant 10 minutes à 120° après sa filtration à la bougie.

Dans les lots III et IV, qui se sont comportés de manière assez comparable, on observe un léger épaississement de la racine, en même temps qu'un raccourcissement en longueur; de même, le péricycle est plus épais et constitué par un nombre plus considérable de cellules; mais tous ces caractères sont moins accentués que pour la série II; dans le lot V, l'épaississement du cylindre central est presque aussi considérable qu'en II, mais l'écorce n'atteint que 700^{μ} (au lieu de 1600^{μ}), et les cellules de cette région restent isodiamétrales avec un diamètre de 70^{μ}.

En résumé, sous l'action du liquide de culture du *Rhizobium*, il se produit dans la racine du Pois :

1° *Un phénomène d'hyperplasie dans le péricycle;* on retrouve ce phénomène, bien que moins accentué, en présence du liquide de culture primitif ou encore d'une solution de peptone;

2° *Un phénomène d'hypertrophie avec déformation des cellules corticales;* une partie des caractères qui en dépendent, en particulier l'allongement radical des cellules, ne se produit plus lorsque le liquide a subi l'action de la chaleur; nous devons donc la rapporter à une substance sécrétée par le *Rhizobium* et détruite à la température de 120°.

BOTANIQUE. — *Fécondation et développement de l'embryon chez les Lobéliacées.* Note de M. L. **Armand**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Les phénomènes de la fécondation et le développement de l'ovule en graine chez les Lobéliacées n'ont fait jusqu'à présent l'objet d'aucune recherche approfondie, et l'on ne trouve sur cette question que de rares renseignements épars çà et là dans des travaux d'ordre général.

C'est ainsi que d'après Vesque (¹) la cellure mère primordiale du sac embryonnaire se divise en quatre cellules filles superposées chez le *Lobelia syphilitica* et d'après Guignard (²) en trois seulement chez le *Lobelia Erinus*.

Billings (³) a observé la transformation des deux cellules inférieures et des deux cellules supérieures de l'albumen en cellules suçoirs, chez le *Lobelia excelsa* et le *Lobelia Cliffordiana*.

Mes recherches ont porté sur *Lobelia Erinus*, *Lobelia urens* et *Lobelia Dortmanna;* dans cette Note je donnerai seulement un résumé de mes observations sur la fécondation et le développement de l'embryon chez ces plantes. Au moment de sa germination, le grain de pollen de *Lobelia Erinus* est très gros, de couleur jaune foncé, de forme tétraédrique. L'exine présente des ornements formant un réseau à sa surface, et montre trois pores de germination. L'intine, mince, d'épaisseur uniforme, renferme un protoplasma granuleux avec un noyau végétatif arrondi riche en chromatine et un noyau générateur allongé entouré d'un protoplasma plus clair. La germination des grains de pollen se fait comme d'ordinaire. On peut l'obtenir très bien dans l'eau distillée. Le plus souvent chaque grain ne produit qu'un seul tube pollinique. Quelquefois il y un commencement de germination par les trois pores; mais bientôt l'un des tubes polliniques devient prédomi-

(¹) Vesque, *Annales des Sciences naturelles*, 6ᵉ série, t. VI, 1878.

(²) Guignard, *Recherches sur le sac embryonnaire des Angiospermes* (*Annales des Sciences naturelles*, 6ᵉ série, t. XIII).

(³) Billings, *Beitrage zur Kenntniss der Samentwickelung* (*Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung*, Marburg, 1901).

nant et continue seul à s'allonger, tandis que les deux autres s'atrophient. Quand le tube pollinique a atteint en longueur 20 fois environ le diamètre du grain de pollen, le noyau végétatif devient diffluent et le noyau générateur se divise par karyokinèse. Dans cette division, quelques plaques équatoriales vues de face permettent d'y compter huit chromosomes.

J'ai également trouvé ce nombre dans les divisions des cellules mères et un nombre double dans les divisions des cellules végétatives de l'anthère. Le pollen de *Lobelia Ureno* et de *Lobelia Dortmanna* présente les mêmes caractères et le même nombre de chromosomes que celui de *Lobelia Erinus*. J'ai trouvé dans diverses espèces de Campanulacées, famille très voisine, des nombres analogues. Ainsi les noyaux des cellules mères du pollen de *Specularia Speculum* présentent 8 chromosomes et ceux des cellules mères de *Campanula Rapunculus* en renferment 10. Par contre, j'ai compté 20 chromosomes dans le noyau des cellules mères de *Campanula rotundifolia* et 18 dans celui des cellules mères de *Phyteuma spicata*.

Dans les espèces de Lobéliacées étudiées, l'ovule présente un seul tégument avec un très petit nucelle. Une cellule mère primordiale sous-épidermique se divise par des cloisons transversales en quatre cellules mères définitives de sac embryonnaire, sans formation de calotte. De ces quatre cellules, l'inférieure ou quelquefois la troisième se développe en sac embryonnaire; les trois autres s'atrophient et s'aplatissent en se courbant sous la poussée produite par l'accroissement de ce dernier.

Je n'insisterai pas ici sur les divers stades de ce développement ni sur celui du pollen; dans l'ensemble, leur évolution se rattache au type général; j'ai pu compter, au cours des divisions, le nombre des chromosomes et observer qu'il est de 8, comme dans le noyau du grain de pollen. Avant la fécondation, le sac embryonnaire présente, à la partie supérieure, deux synergides et l'oosphère un peu au-dessus; au centre, deux noyaux polaires placés côte à côte, non fusionnés, et à la partie inférieure, trois antipodes. La fécondation se fait suivant le processus ordinaire : un tube pollinique vient coiffer la partie supérieure du sac; les membranes en contact se résorbent, les synergides s'écartent et les noyaux générateurs mâles, légèrement allongés, apparaissent entre elles. Bientôt, on aperçoit l'un d'eux au voisinage de l'oosphère, tandis que l'autre est déjà accolé aux noyaux polaires. Dans beaucoup de préparations, on voit ainsi au-dessous de l'oosphère et du premier anthérozoïde, encore éloignés, un groupe de trois noyaux, deux gros et un petit, accolés mais distincts. Bientôt, les membranes se détruisent, les noyaux se fusionnent, n'en formant plus qu'un

seul qui va entrer en division et former l'albumen. La fécondation de l'oosphère se fait ensuite par le même processus.

L'œuf fécondé perd sa forme sphérique et s'allonge dans le sens de l'axe de l'ovule. Une première cloison perpendiculaire à l'axe donne deux cellules, dont la supérieure se cloisonne transversalement et produit une file de 4, 6 et même 8 cellules qui forment le suspenseur. L'inférieure grossit considérablement, puis se divise, par trois cloisons perpendiculaires, en 8 cellules qui, par des cloisons tangentielles, conduisent au stade de 16 cellules. Dès ce moment, il est impossible de suivre la marche des divisions ultérieures. Il se forme finalement un petit embryon composé d'un massif ovoïde de cellules indifférenciées.

Chez le *Lobelia Dortmanna*, les premières divisions du noyau de l'œuf ne sont pas immédiatement suivies de cloisonnement; les membranes apparaissent un peu plus tard.

J'ai signalé (1), et le fait a depuis été confirmé (2), une particularité biologique assez curieuse de cette espèce. Les fleurs de *Lobelia Dortmanna* s'épanouissent ordinairement hors de l'eau comme celles de presque toutes les plantes aquatiques. Mais lorsque le niveau liquide vient à monter et à les submerger, un grand nombre restent fermées, tout en produisant des embryons et des graines normales. Il y a cléistogamie. Les pièces de la corolle, étroitement ajustées, forment une cloche pleine d'air, à l'intérieur de laquelle s'accomplissent les phénomènes de la fécondation de la même manière que dans l'air extérieur.

MÉDECINE. — *Essais de sérothérapie variolique*. Note (3) de MM. **Pierre Teissier** et **Pierre-Louis Marie**, présentée par M. A. Chauveau.

L'idée d'employer le sérum de varioleux dans la thérapeutique antivariolique date du moment où furent imaginées les méthodes sérothérapiques. En France, Auché, dès 1893, traita deux cas de variole, d'ailleurs peu intense, par l'injection de petites doses de sérum de varioleux guéris; ses conclusions, très réservées, furent peu favorables à la tentative. En Allemagne, en 1894, Landmann fit sans succès un unique essai sur un

(1) Armand, *Bulletin de la Société botanique des Deux-Sèvres*, 1899.

(2) Sylven Nils, *Studien über Organisation und Lebenweise von Lob. Dort.* (résumé dans *Bot. Centralblatt*, 1903).

(3) Présentée dans la séance du 9 décembre 1912.

jeune enfant non vacciné. En 1900, J. Courmont et Montagard rapportent quatre cas de variole traités par le sérum de génisse variolisée qui donnèrent trois guérisons et une mort. La méthode tombe ensuite dans un oubli complet, la sérothérapie antivariolique s'orientant avec Béclère, J. Courmont et Montagard, Soulié et Meinard vers l'emploi du sérum provenant d'animaux vaccinés.

L'intensité des réactions humorales de l'individu en puissance de variole ou en état d'immunité consécutive, les propriétés du sérum variolique humain, révélées par l'expérimentation, nous ont fourni des données propres à nous encourager dans de nouvelles tentatives de sérothérapie variolique.

Technique. — Le sérum humain destiné aux injections était prélevé par ponction veineuse chez des varioleux que l'examen clinique montrait indemnes de tuberculose et de syphilis (la réaction de Wassermann était pratiquée chaque fois). La prise de sérum se faisait entre le vingt-cinquième et le quarantième jour de la maladie, le pouvoir virulicide paraissant développé au maximum au moment où la réaction de fixation variolique commence à disparaître (vers le trentième jour environ).

La quantité injectée, en une ou plusieurs fois, varia entre 25^{cm^3} et 100^{cm^3}, souvent limitée par les difficultés mêmes d'obtention du sérum. Ces doses sont loin de celles qu'on a utilisées pour le sérum vaccinal, dont l'efficacité ne semble pouvoir se manifester que si la quantité de sérum injectée atteint $\frac{1}{50}$ du poids des sujets.

La voie employée fut presque toujours la voie sous-cutanée, parfois la voie endoveineuse. Celle-ci est la plus recommandable, mais elle nécessite l'asepsie absolue pendant la récolte du sérum, ce que nous n'avons pu réaliser avec certitude qu'assez tardivement au moyen d'un dispositif spécial.

Résultats cliniques. — Écartant les cas de variole légère ou cohérente, sans valeur pour la méthode, nous avons traité 13 malades atteints de formes graves; 8 ont guéri, 5 ont succombé. Ces cas doivent se répartir en quatre groupes : 1° variole chez des non-vaccinés (3 cas); 2° variole hémorragique d'emblée (1 cas); 3° variole avec rash hémorragique (3 cas); 4° variole confluente (6 cas).

1° Trois enfants en bas âge non vaccinés furent sérothérapisés. Un nourrisson de 24 jours, atteint de variole cohérente avec diarrhée, guérit après avoir reçu 30^{cm^3} de sérum au troisième jour de la maladie. Deux autres enfants moururent : l'un, âgé de 13 mois, avec une variole confluente qui ne fut traitée qu'au sixième jour; l'autre, rachitique de 4 mois, pour lequel aucun renseignement ne nous permet d'établir le début de la maladie, reçut du sérum en désespoir de cause, l'état général étant des plus inquiétant. Il mourut quelques heures après l'injection.

2° Le cas de variole hémorragique que nous avons traité a guéri après avoir reçu 95^{cm^3} de sérum. La forme était des plus graves, avec hémorragies abondantes, ecchymoses étendues et nombreuses; le pronostic semblait fatal à brève échéance. L'injection faite le sixième jour après le début des signes généraux, 36 heures après le début

de l'éruption, fut suivie après 48 heures d'une amélioration considérable de l'état général de la malade.

3° Trois cas très graves de variole avec rash hémorragique furent traités par la sérothérapie et donnèrent 3 guérisons. Ces trois malades reçurent 15, 20, 48 heures après le début de l'éruption, respectivement 42^{cm^3}, 30^{cm^3}, 33^{cm^3} de sérum. L'éruption resta discrète, formée d'éléments avortés pour la plupart. Il est à rappeler pour comparaison que des tentatives antérieures de sérothérapie, faites par l'un de nous à l'aide de sérum simple d'animal jeune ou de sérum antidiphtérique frais, ont pu arrêter ou atténuer certaines hémorragies sans suspendre l'évolution fatale de la maladie.

4° Les varioles confluentes traitées, au nombre de six, donnèrent des résultats moins encourageants : trois guérisons, trois décès. Deux des malades guéris avaient reçu au sixième jour de l'éruption, l'un 25^{cm^3}, l'autre, 52^{cm^3} de sérum. La troisième malade était enceinte, au septième mois de sa grossesse. Elle fut traitée 36 heures après le début de l'éruption par 40^{cm^3} de sérum; les signes généraux s'atténuèrent rapidement et la grossesse suivit son cours normal. L'enfant, né dans le service 8 semaines plus tard, ne présentait aucun signe de variole intra-utérine, cependant la réaction de fixation variolique était positive avec le sang du cordon, indiquant l'infection fœtale, tandis que celle de la mère était négative depuis quelque temps déjà. L'enfant, resté dans le milieu varioleux, ne contracta pas la variole, et la vaccination, pratiquée à deux reprises, resta sans succès.

Les trois malades qui succombèrent avaient reçu, 3, 4, 5 jours après le début de l'éruption, 90^{cm^3}, 65^{cm^3}, 68^{cm^3} de sérum; chez l'un d'eux, la variole était aggravée par la présence d'une tuberculose rénale et pulmonaire en activité.

Des phénomènes qui suivent en général les injections, le plus frappant est l'amélioration des signes généraux, amélioration qui se manifesta même, quoique atténuée, dans les cas qui devaient être mortels. 24 ou 48 heures après l'injection, la température s'abaisse, tombant souvent à la normale, les urines augmentent, le pouls diminue de fréquence et la tension artérielle s'élève au point que, dans certains cas, on observe de l'éréthisme vasculaire. Dans les formes hémorragiques d'emblée ou secondaires traitées précocement, l'éruption reste discrète, formée d'éléments évoluant vers la dessiccation sans suppurer et sans laisser de cicatrices. Dans les varioles confluentes, l'intensité de l'éruption n'est pas sensiblement modifiée, mais la suppuration peut faire défaut ou rester limitée. A l'exemple de ce que l'un de nous a observé dans le traitement de la variole par le xylol, une prolifération active des cellules épidermiques se substitue au processus nécrotique, aboutissant à la formation de petites saillies chéloïdiennes temporaires et assurant, chez la plupart des malades, une réparation sans cicatrices ou avec cicatrices minuscules et rares.

Les faits que nous apportons sont peu nombreux ; nous les donnons sans vouloir les interpréter dans un sens par trop favorable à la sérothérapie.

Cette méthode toutefois nous paraît légitime, séduisante et d'ailleurs inoffensive (nous n'avons jamais observé d'accidents imputables au sérum); le sérum, injecté de façon précoce, a eu une action favorable sur la gravité de la variole, et cela dans des cas qu'on pouvait considérer jusqu'ici comme fatalement mortels. Tardivement employé, comme dans les varioles confluentes que nous avons traitées, son action générale est médiocre et cela concorde avec les conclusions de nos expériences concernant l'action du sérum de varioleux sur la vaccine; localement, par contre, son influence est indéniable. Nous continuons ces recherches et comptons notamment substituer au sérum humain, d'obtention difficile, le sérum d'animaux préalablement inoculés de virus variolique.

HISTOLOGIE. — *Filiation connective directe et développement des cellules musculaires lisses des artères.* Note de M. J. **Renaut**, présentée par M. Henneguy.

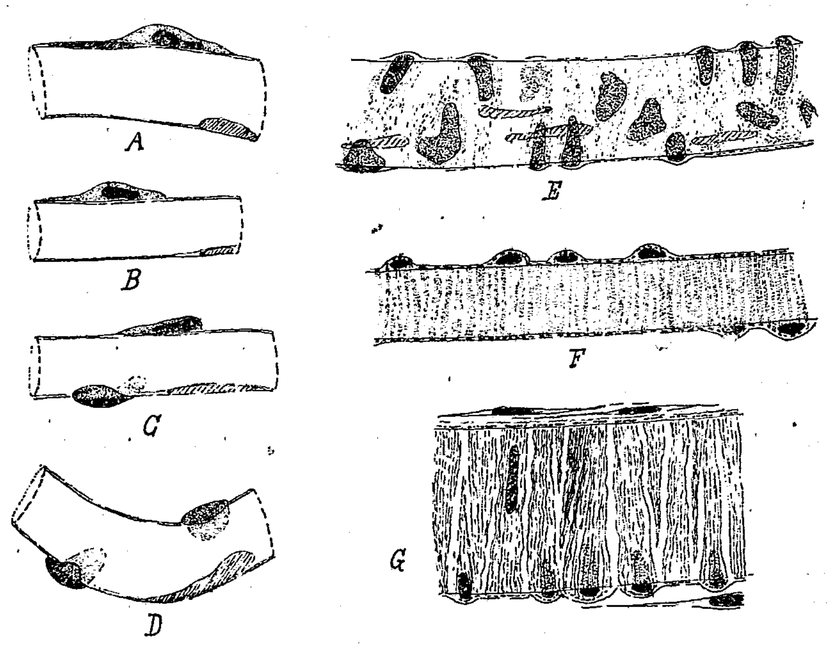
L'apparition des cellules musculaires lisses en milieu conjonctif est toujours secondaire. D'où viennent ces cellules, et sont-elles incontestablement ou non de lignée connective? Quelles sont les étapes cytologiques de leur développement individuel? De ces deux questions, la première ne m'apparaissant pas comme tranchée, la seconde est à peine posée. Je les ai donc récemment reprises avec le concours de M. G. Dubreuil.

Pour les résoudre, le meilleur objet d'étude est une petite artère en voie de croissance par son extrémité, choisie comme telle et examinée dans l'épiploon d'un jeune Lapin. Car entre cette extrémité et le point, souvent assez distant de celle-ci, où le vaisseau possède une couche unique et continue de cellules musculaires lisses parfaites, on peut voir les éléments cellulaires qui leur donnent naissance se poser, puis développer ensuite un à un les stades successifs de leur mutation en fibres lisses à la surface de l'artère, entre la membrane propre de celle-ci et le périthélium d'Eberth.

I. Les cellules qui doivent devenir musculaires ne diffèrent d'abord en rien des cellules connectives rondes, mobiles, éparses dans le voisinage du vaisseau, sinon parce qu'elles viennent une à une, et toujours assez largement distancées entre elles, se poser sur ce dernier au contact de sa membrane propre, puis s'incurver en fer à cheval pour en épouser le contour. Même noyau multiforme à caryoplasma très hématéiphile, même cytoplasma semé de grains inégaux envacuolés : rien n'y manque. Ce sont bien là des cellules connectives jeunes, de lignée lymphocytaire certaine. Mais aussi, à partir de là, leur destinée évolutive est désormais fixée. Elles deviendront des

cellules musculaires lisses forcément; ce sont déjà même des cellules connectives muées en *Promyoblastes*. Et comme tels, on les voit fréquemment mitoser, pour se multiplier et combler ainsi l'espace de leurs distancements.

II. Cela fait, le noyau de chacune d'elles, tout en restant longtemps multiforme, prend peu à peu une position à peu près transversale à l'axe du vaisseau, tandis que le cyto-



Capillaires artériels et artérioles en voie de croissance et se musclant.

A, B, C, D, capillaires artériels à la surface desquels viennent se poser, puis s'étaler en les embrassant, des cellules connectives mobiles. — En D, l'étalement du cytoplasma est tel, qu'il devient invisible; on ne distingue plus que le noyau, aplati et incurvé sur le cylindre vasculaire. — E, artériole capillaire. Les noyaux restent en général multiformes, et leur ordonnance transversale demeure encore indéterminée. — F, artériole; les cellules musculaires ont leur ordonnance transversale et montrent les *bandelettes myoplasmiques* non encore fibrillaires. — G, artériole bien musclée, avec les bandelettes myoplasmiques devenues *myofibrillaires*. On voit en coupe optique, sur F et sur G, les tirets répondant aux bandelettes. (*Croquis dessinés d'après nature.*)

plasma s'étale sur le pourtour de celui-ci en lames enveloppantes d'une extrême minceur. Quand l'enveloppement est achevé il est facile de voir, sur une bonne imprégnation argentique, la façon plus ou moins compliquée dont les lames protoplasmiques enveloppantes se rejoignent en dessinant, autour de l'artère, une sorte de faux endothélium. Dans chaque lame, une aire claire circonscrit le noyau. En dehors de cette aire, la lame apparaît granuleuse; mais les granulations, dépourvues de toute ordonnance définie d'abord, occupent exclusivement sa surface externe, c'est-à-dire distale par rapport au vaisseau. La surface proximale, celle qui double directement le vaisseau, reste lisse. A ce stade, chaque cellule enveloppante a déjà pris la signifi-

cation d'un *Myoblaste;* et elle a différencié son sarcoplasma dans la couche superficielle, ou distale, devenue granuleuse, de son cytoplasma.

Durant tout ce même stade, on voit s'opérer un grand nombre d'amitoses; vers sa fin, aussi dans le début du stade suivant, une série de mitoses se succèdent rapidement et disposent non pas d'emblée, mais en fin de compte, la plupart de leurs cellules filles, souvent très nombreuses, en ordre superposé sur l'un des côtés du cylindre vasculaire : le noyau de chacune d'elles répondant par son centre à des génératrices très voisines. C'est là, en effet, qu'elles trouvent le plus d'espace pour développer leur forme définitive en fuseau. Ainsi se trouve établie, de façon indiscutable, la filiation de ces cellules avec les cellules rondes mobiles du tissu conjonctif dont procèdent directement les cellules enveloppantes. Les myoblastes sont donc de lignée connective et, par suite, leucocytaire certaine.

III. Au stade suivant, ces myoblastes différencient, au sein de leur sarcoplasma, la substance contractile pour devenir ainsi de *jeunes cellules musculaires.* Le dispositif contractile apparaît sous forme d'une série de bandelettes réfringentes marginales, disposées sur un seul rang. Elles se teignent, électivement et de plus en plus intensément, par les divers colorants, comme la substance contractile des muscles; et de fait elles sont contractiles. Nous les appellerons donc *bandelettes myoplasmiques.* Elles caractérisent le stade. Elles font corps avec l'exosarcoplasma marginal et distal de chaque jeune cellule musculaire, à la façon de pilastres plats en saillie sur un mur; et des bandes étroites de sarcoplasma ordinaire les séparent les unes des autres. Ceci, dans toute l'étendue de l'enveloppement du vaisseau par la jeune cellule musculaire. Il s'ensuit que, sur toutes les coupes optiques de celle-ci, les bandelettes apparaissent comme une série de tirets marginaux, distaux et légèrement distancés. Initialement, les bandelettes myoplasmiques ne sont ni toutes parallèles entre elles, ni d'emblée en position exactement transversale par rapport au vaisseau. Elles sont groupées par séries plus ou moins flexueuses.

Dans ce premier état, les bandelettes myoplasmiques ne représentent pas chacune une fibrille géante, mais bien une formation protoplasmique contractile destinée à se résoudre en un faisceau de fibrilles. Chacune d'elles répond donc morphologiquement à un cylindre primitif des muscles striés.

IV. Pour devenir des cellules musculaires lisses adultes et parfaites, les jeunes cellules effectueront maintenant le double mouvement suivant : (*a*) leurs bandelettes myoplasmiques prennent rapidement une ordonnance régulière en rubans tendus exactement parallèles entre eux et transversaux ; (*b*) au sein de ces rubans, que teignent de plus en plus intensément les colorants de la myosine, on voit s'établir des lignes granuleuses, puis granulo-filaires, ensuite des fils. Enfin, l'hématoxyline ferrique met en évidence de véritables myofibrilles homogènes et d'un noir foncé. Ces fibrilles augmentent de nombre, et finissent par transformer chaque bandelette myoplasmique en une *bandelette myofibrillaire* : c'est-à-dire en un faisceau de fibrilles musculaires lisses réunies par la substance myoplasmique de cette bandelette, à laquelle elles restent intérieures même quand l'état définitif de la cellule est entièrement acquis.

A partir du début de ce stade terminal, on n'observera plus ni mitoses, ni amitoses dans les cellules musculaires lisses. Une fois adultes, elles ne se multiplient plus par division, exactement tout comme les cellules musculaires striées.

Il résulte de ce qui précède que : 1° les cellules musculaires lisses des vaisseaux artériels (nous pouvons ajouter veineux) ont pour origine première des cellules connectives mobiles, typiques et donc de lignée lymphocytaire certaine, qui se fixent *une à une* sur les points du vaisseau à muscler;

2° On peut désormais suivre cette filiation également avec certitude, en parcourant l'évolution à partir de la cellule connective mobile, fixée sur le vaisseau pour y devenir rapidement un myoblaste, jusqu'à sa mutation, à travers une suite de mitoses ou d'amitoses, en une fibre musculaire lisse, caractérisée par ses bandelettes myofibrillaires. Ceci, sans avoir passé nécessairement par un stade syncytial, tel que celui décrit ailleurs par Mlle Carol. Mac Gill (1). Dans un Mémoire plus étendu nous reviendrons, G. Dubreuil et moi, prochainement sur le sujet.

HISTOLOGIE. — *Sur la forme, la direction et le mode d'action du muscle ciliaire chez l'Homme.* Note de M. **Jacques Mawas**, présentée par M. Henneguy.

On s'accorde généralement à décrire le muscle ciliaire de l'Homme comme composé de deux sortes de fibres : les fibres longitudinales et les fibres circulaires. Les fibres *longitudinales*, dont l'ensemble forme ce qu'on appelle le muscle de Brücke, quoiqu'il fût découvert et décrit pour la première fois par W.-C. Wallace en 1854, doublent la face interne de la sclérotique, dont elles sont à peine séparées par une mince lamelle conjonctive. On les appelle aussi *fibres méridiennes*. Les secondes, situées plus en dedans, du côté du procès ciliaire, ont une direction différente des précédentes, ce sont des *fibres circulaires*, c'est pourquoi on leur donne souvent le nom de muscle annulaire de H. Müller (1). Un certain nombre d'auteurs, Sattler (1887), Berger (1893), par exemple, ont compliqué cette description en y ajoutant des fibres marginales et des fibres radiées.

(1) Carol. Mac Gill, *The syncytial structure of smooth muscle* (*Proc. Assoc. Americ. Anat.*, 21e session, 1906, et *Anat. Record.*, n° 4, 1907).

(1) Il s'est élevé, au sein même de l'Académie (Cf. *Comptes rendus*, 1856), une controverse sur ce fameux muscle annulaire, d'où il semble résulter que c'est W.-C. Wallace qui l'a décrit le premier. Rouget en a repris l'étude en 1856 et H. Müller en 1857.

Nous avons eu l'occasion d'étudier un certain nombre d'yeux humains normaux, enlevés chirurgicalement au cours d'interventions sur l'orbite. La fixation a été faite, immédiatement après l'énucléation, dans différents liquides fixateurs, dont l'action, sur les diverses membranes de l'œil, nous est parfaitement bien connue. Nous avons eu ainsi, ce qu'il importait au premier chef d'obtenir, une bonne fixation du muscle.

Il résulte de nos recherches qu'il faut abandonner la manière par trop schématique, dont les auteurs classiques décrivent le muscle ciliaire. Nous insisterons dans cette Note sur les points suivants :

1° *Forme générale du muscle ciliaire.* — Le muscle ciliaire a une forme éminemment variable, non seulement suivant l'âge, mais encore suivant les individus. La forme peut même varier d'une coupe à l'autre. Ce polymorphisme est d'ailleurs peu important, car il ne nous a pas paru modifier d'une façon sensible la direction des principaux faisceaux musculaires; et c'est ce qu'il faut préciser le plus. C'est lui qui donne au corps ciliaire son aspect triangulaire, à base tournée du côté de la racine de l'iris et de l'angle de la chambre antérieure.

2° *Direction des principaux faisceaux.* — L'immense majorité des faisceaux du muscle ciliaire sont des faisceaux *longitudinaux*, ayant une direction antéro-postérieure. Ces faisceaux, concentriques et parallèles, à la surface interne de la sclérotique, vont en diminuant de nombre et d'épaisseur, jusqu'à l'*ova serrata*, et même beaucoup plus loin, dans certains cas.

Dans quelques yeux, il n'y a que des faisceaux longitudinaux, ou bien une prédominance manifeste de ces faisceaux; dans d'autres, il existe des fibres à directions *obliques*. Ces fibres se dirigent de la sclérotique vers le tissu connectif sous-épithélial et la lame élastique. Elles ont donc une direction oblique antéro-postérieure et extéro-interne.

Ces faisceaux obliques s'anastomosent entre eux comme cela se voit d'ailleurs pour les faisceaux longitudinaux, et avec ces derniers.

Nous n'avons jamais observé de véritables fibres circulaires. Les quelques rares faisceaux coupés transversalement, qu'on observe souvent sur les coupes, représentent à n'en point douter la section des faisceaux obliques.

En d'autres termes, il ne semble pas exister, chez l'Homme, un sphincter musculaire ciliaire, mais un muscle annulaire, épaissi en avant, dont les

faisceaux constituants ont une direction prédominante antéro-postérieure, avec quelques faisceaux obliques.

3° *Points d'attache et mode d'action.* — Il est d'usage de décrire au muscle ciliaire deux points d'attache, deux tendons, l'un mobile, et l'autre fixe. C'est presque une tradition. Disons de suite qu'il n'existe aucun tendon vrai, et aucune attache spéciale au muscle ciliaire. Il s'agit dans l'espèce d'un muscle lisse dont la contraction ne se fait pas dans un seul et même sens. Elle consiste en un raccourcissement des faisceaux, dont l'effet statique serait, d'une part, le raccourcissement de la zone lisse du corps ciliaire et l'attraction, en arrière, de l'angle irido-cornéen et, d'autre part, le télescopage des procès ciliaires.

Il y aurait donc, lors de la contraction du muscle ciliaire, le relâchement d'une partie de faisceaux zonulaires et la tension des autres.

ZOOLOGIE. — *Nouvelle contribution à la faune ichtyologique du lac Victoria.* Note de M. **Jacques Pellegrin**, présentée par M. Edmond Perrier.

La faune ichtyologique du lac Victoria mérite d'attirer l'attention car, ainsi que je l'ai déjà montré ([1]), elle présente une physionomie assez particulière dans l'ensemble relativement homogène des eaux douces africaines et possède en propre un chiffre élevé d'espèces qu'on ne retrouve pas dans le Nil.

Depuis ma précédente Communication un certain nombre de documents nouveaux sont venus s'ajouter à ceux déjà rassemblés concernant les Poissons du Victoria-Nyanza. C'est ainsi que M. Boulenger ([2]), étudiant les collections du Dr Bayon, a été amené à décrire plusieurs formes nouvelles et est arrivé à cette intéressante conclusion que beaucoup d'espèces du lac se retrouvent dans son émissaire le Nil Victoria et cela jusqu'aux dernières chutes (Murchison falls). Enfin M. Alluaud, lors d'un récent voyage (1911-1912) où il était accompagné de M. Jeannel, a récolté à Port-Florence, dans la baie de Kavirondo, au nord-est du lac, une certaine quantité de Poissons dont j'ai fait l'étude et qui complètent ses envois antérieurs au Muséum. Dans la liste qu'on trouvera ci-après ne figurent pas moins, en effet, de quatre espèces nouvelles ([3]).

Characinidæ : *Alestes Sadleri*, Boulenger.

([1]) J. Pellegrin, *Sur la faune ichtyologique du lac Victoria* (*Comptes rendus*, 12 juillet 1909).

([2]) *Annali Mus. Civ. Genova*, 3e série, vol. V (XLV), 26 mai 1911.

([3]) Ces espèces seront décrites dans le *Bulletin de la Société zoologique de France*.

Cyprinidæ : *Barbus Bayoni*, Boul.; *B. Magdalenæ*, Boul.; *Neobola argentea*, Pellegrin.

Cichlidæ : *Paratilapia longirostris*, Hilgendorf; *P. prognatha*, Pelleg.; *Paratilapia maculipinna*, nov. sp.; *P. Granti*, Boul., *Astatotilapia Guiarti*, Pelleg.; *Astatotilapia Roberti*, nov. sp.; *Astatotilapia Jeanneli*, nov. sp.; *Tilapia Ishmaeli*, Boul.; *T. Stanleyi*, Boul. var. *uniformis*, Pelleg.; *T. nuchisquamulata*, Hilg.; *T. lacrimosa*, Boul.; *T. nilotica*, Linné; *Hemitilapia materfamilias* nov. sp. (1).

En ajoutant les espèces nommées par moi à celles récemment décrites par M. Boulenger, on arrive aujourd'hui, non plus comme en 1909 au total de 65 espèces de Poissons habitant le lac Victoria, mais bien de 83 dont 64 spéciales.

Il n'est pas sans intérêt d'examiner maintenant comment ces 83 formes se répartissent par familles et de comparer la faune ichtyologique du Victoria et celle du reste de l'Afrique.

La petite famille des Lépidosirénidés est représentée dans le lac par l'espèce habituelle de l'Afrique orientale, le Protoptère éthiopien.

Les Mormyridés particuliers à l'Afrique et si différenciés dans le bassin du Congo ne sont figurés que par 4 genres et 5 espèces, dont 3 spéciales.

Les Characinidés, pourtant si variés ailleurs, sont excessivement réduits avec 1 genre et 2 espèces, dont une propre au lac.

Les Cyprinidés présentent un développement assez médiocre avec 4 genres et 12 espèces, dont 10 particulières. C'est le genre Barbeau, actuellement encore en pleine évolution en Afrique, qui vient en tête avec 9 espèces.

Les Siluridés, si nombreux dans les grands fleuves africains tropicaux, ne sont pas plus abondants que les Cyprins avec 4 genres et 10 espèces, dont 4 spéciales. Les *Clarias*, aux habitudes semi-terrestres, y figurent pour 5 espèces.

Les Cyprinodontidés sont très réduits avec 2 genres et 2 espèces banales, les Anabantidés avec une espèce aussi non particulière, les Mastacembélidés avec une espèce spéciale.

A noter jusqu'ici l'absence dans le Victoria des Polyptéridés, Notoptéridés, Ostéoglossidés, Cromeriidés, Ophiocéphalidés, Serranidés, Gobiidés et Tétrodontidés, qui existent pourtant dans le bassin du Nil.

Ce sont les Cichlidés seuls qui présentent un développement extraordinaire dans le lac. Le genre *Paratilapia* y compte 16 espèces spéciales; les *Pelmatochromis*, 6; les *Astatotilapia*, 7, dont 5 particulières; les *Tilapia*, 15, dont 13 propres au lac; les *Hemitilapia*, 2, aussi localisées. Enfin 3 genres ne comprenant qu'une espèce, *Platytæniodius*, *Bayonia* et *Astatoreochromis*, sont jusqu'ici particuliers au Victoria. C'est donc un total de 8 genres et de 49 espèces parmi lesquelles 4 seulement se retrouvent ailleurs; la famille des Cichlidés constitue à elle seule plus de la moitié des formes connues du lac.

---

(1) Ce dernier nom est destiné à rappeler que dans cette espèce, comme j'ai pu le constater, la femelle pratique l'incubation buccale des alevins.

La conclusion qui se dégage de ces faits c'est que le nombre des familles représentées dans le lac Victoria est relativement faible. Des familles très importantes en Afrique, comme les Mormyridés, les Characinidés, les Cyprinodontidés n'y comptent que quelques espèces, les Cyprinidés et Siluridés ne sont guère plus favorisés. La différenciation porte presque exclusivement sur les Cichlidés, qui, là comme dans le Nyassa et surtout le Tanganyika, semblent n'avoir pas encore atteint un état d'équilibre stable et sont en quelque sorte demeurés en pleine évolution actuelle. Les documents nouveaux viennent encore accentuer cette constatation. Ainsi se trouve justifiée, pour les trois grands lacs de l'Afrique orientale, la création d'une sous-région zoogéographique particulière ou *mégalimnique équatoriale* que j'ai proposée l'année dernière [1].

PHYSIOLOGIE. — *Adaptation fonctionnelle de l'intestin chez les Canards.* Note de M. A. **Magnan**, présentée par M. Ed. Perrier.

Dans une expérience portant sur un changement de régime, le but est de mettre en évidence toutes les modifications qui peuvent nous permettre de comprendre les différences de morphologie interne que l'on constate dans la nature.

L'étude de l'intestin est donc particulièrement intéressante, puisque cet organe est un des premiers sur lequel l'aliment peut exercer son action.

Or nous avons admis que les variations de longueur intestinale observées dans les espèces animales étaient la conséquence d'une adaptation à des régimes différents [2].

Nous allons tout d'abord examiner chez les Canards, qui ont fait l'objet de notre expérimentation, la longueur de l'intestin, dimension facile à mesurer et susceptible de traduire les modifications dues au régime.

Nous avons mesuré dans les recherches actuelles, comme dans celles que nous avons publiées antérieurement, l'intestin déroulé et étalé. Les longueurs observées ne peuvent prêter à la moindre critique, malgré l'élasticité de l'organe, les écarts que nous mentionnons étant incompatibles avec ceux que peuvent donner les erreurs de mensuration.

---

(1) J. Pellegrin, *La distribution des Poissons d'eau douce en Afrique* (*Comptes rendus*, 24 juillet 1911).

(2) A. Magnan, *Le tube digestif et le régime alimentaire des Oiseaux*. (*Coll. de Morph. dyn.*, Paris, Hermann, 1911.)

Rapport de la longueur de l'intestin à la longueur du corps $l = \sqrt[3]{P}$.

	Régime expérimental.			Régime naturel.		
	Intestin total.	Intestin grêle.	Gros intestin.	Intestin total.	Intestin grêle.	Gros intestin.
Piscivores......	17,50	16,90	0,60	12,40	11,80	0,51
Carnivores.....	14,90	14,30	0,60	10,5	10,30	0,29
Végétariens.....	14,50	13,70	0,80	12,80	11,70	1,06
Insectivores....	13,50	12,90	0,60	6,30	5,80	0,40

La réduction de l'intestin constatée chez les Canards insectivores est conforme aux observations que nous avons faites chez les insectivores naturels. Le fait important est d'avoir obtenu cette réduction expérimentalement.

Examinons maintenant la surface intestinale, que nous avons calculée par notre méthode habituelle, c'est-à-dire en cherchant la surface de l'intestin considéré comme une succession de cylindres. Cette surface a été rapportée à la surface du corps obtenue par la formule $S = \sqrt[3]{P^2}$, P étant exprimé en grammes.

	Surface relative de l'intestin grêle.	
	Régime expérimental.	Régime naturel.
Végétariens..........	2,60	2,20
Piscivores.............	2,20	1,90
Carnivores............	1,50	1,20
Insectivores...........	1,40	1,60

L'étude de la surface, pour être complète, doit comporter celle d'autres fonctions. Nous nous contenterons pour le moment des résultats précis que nous apportons.

Il ressort donc de nos recherches que, chez les oiseaux, l'adaptation au régime insectivore a consisté, tout d'abord, en une réduction particulièrement importante du tube intestinal. Ce raccourcissement a été probablement acquis progressivement par un passage gradué d'un régime à l'autre.

Pour les carnivores et les végétariens représentés dans le régime naturel par des granivores, il n'y a pas de distinction bien nette à établir entre les deux groupes, puisque leurs longueurs relatives d'intestin sont voisines. On peut néanmoins mettre en lumière que, dans le régime végétarien, l'intestin embarrassé par les déchets de l'alimentation s'allonge plus ou moins suivant la nature des végétaux ingérés, mais dans tous les cas s'élargit en général d'une façon considérable. Par contre, chez les carnivores, la largeur de l'intestin se réduit au maximum.

ENTOMOLOGIE. — *Structure du pharynx en fonction du régime chez les larves de Diptères cyclorhaphes.* Note de M. **D. Keilin**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

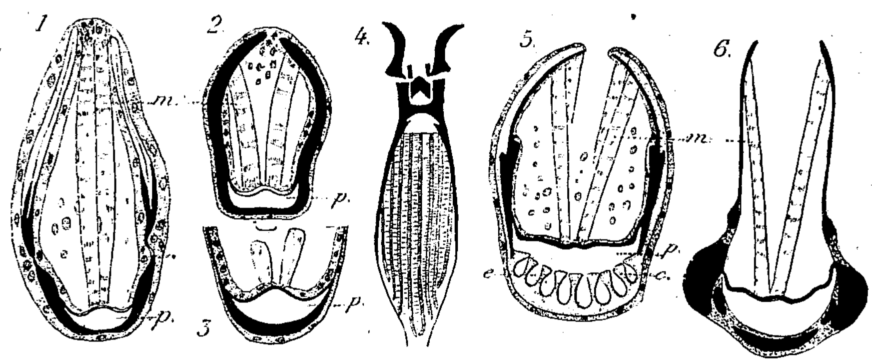
Les larves de Diptères cyclorhaphes ont des habitats très variés. Les unes, saprophages, se nourrissent de substances animales ou végétales en décomposition; les autres, libres et carnivores, d'organismes vivants. D'autres vivent en parasites de vertébrés, d'invertébrés ou de plantes. En dépit de la diversité des habitats, l'ensemble de la morphologie de ces larves se ramène à un même type. Mais leur étude détaillée montre, d'un côté, des caractères spéciaux à chaque groupe systématique, de l'autre des caractères communs aux diverses familles et correspondant à une adaptation à des régimes analogues. Ces caractères communs portent sur les organes les plus variés. Dans la présente Note j'examinerai seulement l'un d'eux, qui est spécial au pharynx.

Le pharynx des larves de Diptères cyclorhaphes est un pharynx suceur. Lown (1890) a remarqué, sur la paroi ventrale du pharynx de *Calliphora erythrocephala*, de longues côtes ou replis longitudinaux chitineux qui, en coupe transversale (cf. *fig.* 4 et 5), ont la forme d'un T. Le pharynx est donc décomposé, dans sa partie ventrale et suivant sa longueur, en un certain nombre de canalicules communiquant avec la cavité générale du pharynx par de longues fentes. Pantel n'a pas retrouvé ces formations chez *Thrixion halidayanum*, ni Wandolleck chez *Platycephala planiformis*. Mais elles ont été retrouvées chez *Lonchoptera* par de Meijere, chez l'*Eristalis* par Wilkinson et chez l'*Ephydra* par Trägårdh. Ce dernier auteur remarque que les trois dernières formes larvaires qui ont des côtes sont libres, tandis que les deux premières formes dépourvues de côtes sont parasites. Un grand nombre de larves, que j'ai étudiées à ce point de vue, m'ont donné les résultats suivants (1) :

Phorides (*Aphiochæta rufipes* Mg., *ruficornis* Mg., *flava* Fall., *lutea* Meig., *Phora bergenstammi* Mik., *maculata* Meig.): toutes les larves de cette famille sont saprophages et ont des côtes bien développées. — Syrphides : les larves saprophages de cette famille (*Eristalis, Helophilus, Microdon, Xylota pigra* F., *Ceria conopsoides* L.) ont des côtes bien développées; les larves carnivores (*Syrphus ribesii* L., *balteatus* de Geer, *luniger*

(1) M. le Dr Villeneuve a bien voulu faire déterminer la plupart des insectes dont il est question au cours de cette Note.

Meig., *Platychirus scutatus* Meig., *Melanostoma* sp., *Sphærophoria flavicônda* Zett. et *Paragus tibialis* Fall.), se nourrissant de Pucerons, n'en ont pas; la paroi ventrale de leur pharynx est complètement lisse. — Platypezides (*Platypeza holosericea* Meig.): vivant aux dépens de champignons décomposés, ont des côtes bien développées. — Muscides : chez les larves de muscides saprophages (*Musca*, *Lucilia*, *Calliphora erythrocephala* Mg., *Cyrtoneura hortorum* W.), les côtes sont bien développées; les larves parasites (*Pollenia rudis* Fab. (*fig.* 1), *Cordylobia anthropophaga* et d'après



Coupes transversales du pharynx des larves : 1. *Pollenia rudis* × 165; 2. *Phaonia variegata* × 165; 3. *Trypeta* sp. × 165; 4. Pharynx de la larve de *Drosophila* vu par sa face ventrale et montrant les côtes × 90; 5. Coupe transversale du pharynx de *Drosophila* × 165; 6. Coupe transversale du pharynx de *Chœrmomyia chœrophaga* Roubaud × 110. — *m*, muscles dilatateurs du pharynx; *p*, lumière du pharynx; *e*, canalicules longitudinaux du pharynx; *c*, côtes.

Pantel *Thrixion halidayanum* Rond.) et les larves suceuses du sang des mammifères [1] (*Auchmeromyia luteola* Fabr. et *Chœromyia chœrophaga* Roubaud) (*fig.* 6) n'ont pas de côte. — Anthomyides : les larves saprophages (*Homalomyia canicularis* L., *Pegomyia transversa* Fall., *winthemi* Meig.) présentent des côtes; les larves carnivores (*Phaonia*, *Allognota* et *Graphomyia*), comme nous le verrons plus loin, en sont dépourvues. — Œstrides (*Gastrophilus equi* Fabr., *Hypoderma bovis* Fall., *Œstrus ovis* L.): leurs larves, parasites de mammifères, sont dépourvues de côtes. — Sepsines (*Piophila casei* L., *Nemopoda cylindrica* F.), Borborines (*Limosina pigmæa*, *Sphærocera* sp.), Drosophilines (*Drosophila funebris* Fab., *ampelophila* Löw, *confusa* Stœger), Heteroneurines (*Heteroneura albimana* Mg.), Sapromyzines (*Sapromyza plumicornis* Fall., *Louchæa tarsata* Fall.), Platystomines (*Platystoma umbrarum* Fabr.) : ont des larves saprophages possédant des côtes bien développées. — Ochtiphilines (*Leucopis griseola* Fll.) : ont des larves carnivores vivant à la manière des Syrphides et sont dépourvues de côtes. — Ephydrines : 1. *Ephydra riparia* Fall. (d'après Trägårdh), *Teichomyza fusca* Mcq. et *Scatella stagnalis* Fll. ont des larves saprophages avec des côtes; 2. *Hydrellia* sp. ont des larves minant les feuilles d'*Hydrocharis* et *Potamogeton* et sont dépourvues de côtes. — Agromyzines (*Phytomyza affinis* Fall.), Chloropines (*Platycephala planiformis* F. d'après Wandolleck),

(1) Je dois à l'obligeance de M. Roubaud les larves suceuses du sang, ainsi que la larve de *Cordylobia* et d'*Œstrus ovis*.

TRYPETINES [*Trypeta* sp. (*fig.* 3) et *Urophora* sp.], qui ont des larves parasites de plantes, n'ont pas de côtes.

Il résulte de cette énumération que *toutes les larves de Diptères cyclorhaphes parasites des animaux les plus variés ou des plantes, ainsi que les larves carnivores et les larves suceuses du sang des mammifères n'ont jamais de côtes dans leur pharynx, au contraire ces côtes existent toujours chez les larves saprophages.* Dans une même famille on peut trouver des larves ayant ou n'ayant pas de côtes, suivant leur mode de vie. La connaissance de ces faits facilite beaucoup l'étude biologique des larves ; grâce à elle j'ai pu prévoir qu'un certain nombre de larves décrites comme saprophages, et en particulier comme coprophages, ne le sont pas, bien qu'on les trouve toujours dans les substances en décomposition. C'est ainsi que les larves de *Graphomyia maculata* Scop. sont considérées depuis longtemps comme corpophages. Or ces larves vivent effectivement dans des détritus s'y trouvant accompagnées des larves d'Éristales et de Ptychoptères. Ayant constaté chez ces larves (*Graphomyia*) l'absence de côtes, j'ai été conduit à une observation plus précise, qui m'a montré que ces larves sont carnivores et se nourrissent au dépens des larves d'Éristales et de Ptychoptères. C'est également après avoir constaté l'absence de côtes dans le pharynx que j'ai été conduit à remarquer que la larve de *Phaonia variegata* Meig. (*fig.* 2) trouvée dans les champignons décomposés se nourrit des larves de *Pegomyia*; les larves de *Phaonia goberti* Mik. du bois pourri vivent des larves d'Hétéroneurides; enfin les larves d'*Allognota agromyzina* Fall. vivant au milieu des feuilles mortes s'y nourrissent de petits Oligochètes.

L'examen du puparium, ou dernière peau larvaire, permet d'étudier la structure du pharynx et par suite reconstituer la biologie des formes dont la pupe seulement est connue.

Enfin grâce à ce caractère, présence ou absence des côtes dans le pharynx, on pourra séparer sans aucune difficulté les larves parasites vraies des plantes, des animaux et en particulier de l'homme de celles qui pénètrent dans l'organisme à la suite d'une maladie locale quelconque suivie d'une infection microbienne, et s'y comportent en saprophage, se nourrissant des substances préalablement modifiées par ces microbes.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la substitution au zinc de divers éléments chimiques pour la culture du* Sterigmatocystis nigra. Note de M. M. Javillier, présentée par M. E. Roux.

Les faits que j'ai mis en évidence dans ces dernières années montrent que le zinc est un élément physiologique et tendent à expliquer comment il intervient dans le développement de *l'Aspergillus niger*.

Je ne me suis cependant pas attaché jusqu'ici à rechercher si, tous les éléments utiles à l'Aspergillus lui étant fournis à l'exception du zinc, il serait possible de substituer à ce dernier quelque autre élément chimique. Or, sur 82 éléments connus, 12 seulement entrant dans la composition du liquide de culture du Sterigmatocystis, il n'était pas impossible que l'un quelconque des 70 autres éléments pût remplir dans cette plante le rôle d'un catalyseur aussi puissant que le zinc.

La question présentait un grand intérêt théorique. Il est clair, en effet, que si un ou plusieurs autres éléments pouvaient produire les mêmes effets que le zinc lui-même sur la croissance, sur la consommation des aliments, sur l'élaboration des réserves, sur les sécrétions diastasiques, etc., l'action du zinc perdait de ce chef cette spécificité qui caractérise le plus nettement le zinc comme un élément physiologique et ne permet pas de le considérer purement et simplement comme quelque excitant banal des phénomènes protoplasmiques.

J'ai donc essayé systématiquement tous les éléments chimiques, à l'exception, bien entendu, de quelques-uns, comme les gaz rares de l'air, pour lesquels la question ne se pose pas, puisque, dans les conditions ordinaires de culture, ils se trouvent aussi à la disposition des témoins, à l'exception aussi de quelques éléments rarissimes qu'il est difficile de se procurer à l'état pur, et dont l'intervention dans pareil problème reste bien peu vraisemblable.

De cette longue suite d'essais, effectués suivant une technique expérimentale bien des fois exposée, et dans lesquels l'influence de l'élément surajouté était appréciée d'après le poids sec des récoltes, il ressort les points suivants. A des concentrations comprises entre le *millionième* et le *dix-millionième*, concentrations qui, avec le zinc, suffisent, et au delà, à obtenir le maximum de récolte, aucun des éléments expérimentés ne produit d'effets comparables à ceux du zinc. *A ces dilutions*, certains se montrent parfaitement indifférents, comme le sodium et le cæsium, le calcium et le baryum, le thorium et les métaux des terres rares, cérium, lanthane, praséodyme, yttrium, erbium; l'uranium, le thallium et le plomb, le cuivre et le mercure, l'argent et le platine, l'osmium et le rhodium, le chlore et le

brome, l'arsenic et l'antimoine, le tellure et le vanadium, le bore et le titane, le zirconium et l'étain. Avec d'autres, les différences en plus ou en moins, même quand elles dépassaient sûrement les limites d'erreurs expérimentales, restaient très petites; il en a été ainsi par exemple avec le fluor et l'iode, avec le rubidium et le lithium, le strontium et l'aluminium, le cobalt et le nickel, le chrome, le molybdène et le tungstène, l'or et le palladium. Quelques-uns se sont montrés déjà nettement toxiques, comme le bismuth et surtout le sélénium, en présence duquel la plante ne forme plus ou presque plus de conidies.

Un seul élément a présenté quelque analogie avec le zinc : le cadmium. Avec un *dix-millionième* de cet élément j'ai pu multiplier la récolte par le facteur 2,6, alors que la même dose de zinc multipliait celle-ci par 6,2.

Exemple :

	Poids sec des récoltes.
Témoin (sans Zn ni Cd)	0,277
Culture additionnée de Zn ($\frac{1}{10000000}$)	1,720
Culture additionnée de Cd ($\frac{1}{10000000}$)	0,750

En même temps, le cadmium gênait considérablement la sporulation et, à dose plus élevée, l'entravait complètement.

En somme, aucun des éléments expérimentés n'a pu se substituer au zinc. Un seul a produit aux doses essayées des effets nettement mesurables. Or cet élément, le cadmium, présente avec le zinc d'étroites analogies chimiques. Celles-ci suffisent à expliquer une suppléance qui rappelle, dans une certaine mesure, celle du potassium par le rubidium [1]. Du fait de cette suppléance, d'ailleurs toute relative, l'idée directrice de ce travail ne saurait subir d'atteinte. L'ensemble des faits permet de conclure à l'action spécifique du zinc, au caractère nettement physiologique de cet élément.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Réaction synthétisante entre le galactose et l'alcool éthylique sous l'influence du képhir.* Note de MM. **Em. Bourquelot** et **H. Hérissey**, présentée par M. Jungfleisch.

Dans une Note antérieure [2], nous avons montré que l'émulsine des *amandes* était susceptible de déterminer une réaction synthétisante entre le

[1] B. Sauton, *Comptes rendus*, séance du 2 décembre 1912.

[2] *Comptes rendus*, t. 155, 1912, p. 731.

galactose et l'alcool éthylique, aboutissant à la formation d'*éthylgalactoside*-β. Nous avons indiqué qu'il fallait vraisemblablement rapporter cette action non à l'émulsine *proprement dite*, mais bien à la *lactase* qui accompagne celle-ci dans le ferment retiré des amandes. Cette dernière considération devait nous amener à faire agir aussi le képhir, produit riche en lactase, sur le galactose en solution dans l'alcool éthylique. Nous résumerons brièvement les résultats obtenus dans cette direction.

950$^{cm^3}$ d'une solution alcoolique contenant 9^g,50 de galactose pur ont été additionnés de 9^g,50 de képhir sec (provenant d'Odessa), soigneusement broyé avec du sable lavé. Après 78 jours ($t = 15^\circ$-20°), la rotation initiale qui était de $+1^\circ 20'$ ($l = 2$), avait baissé de 10'. Le mélange a été de nouveau additionné de 9^g,50 de képhir broyé, puis maintenu à la température de 30°-33°. Quatre mois après le début de l'expérience, la rotation, devenue stationnaire, était de $+50'$; il y avait donc eu, vers la gauche, un retour de 30', vraisemblablement attribuable à la formation d'éthylgalactoside-β.

Le mélange a été alors filtré et la liqueur, additionnée de quelques grammes de carbonate de calcium, a été distillée sous pression réduite. On a obtenu ainsi un extrait jaune brun très impur, qui a été traité par 300$^{cm^3}$ d'éther acétique anhydre bouillant. Comme l'extrait se divisait très mal dans ce dernier dissolvant, on l'a épuisé une deuxième fois à chaud par un mélange de 50$^{cm^3}$ d'alcool à 95° et de 200$^{cm^3}$ d'éther acétique anhydre, ajoutés successivement dans le ballon à épuisement.

Les liqueurs provenant des deux reprises ont été traitées séparément en vue de l'obtention, à l'état cristallisé, de l'éthylgalactoside dont nous présumions la présence. Après un certain nombre de purifications sur lesquelles il n'y a pas lieu d'insister ici, les extraits obtenus par concentration des liqueurs ont été de nouveau amenés en solution dans de l'éther acétique anhydre. Les liqueurs éthéro-acétiques, concentrées, ont laissé de part et d'autre des sirops légèrement jaunâtres, cristallisant abondamment et se prenant en masse sur amorce *d'éthylgalactoside*-β; les cristaux, examinés au microscope, présentaient les caractères de ce dernier composé.

Comme nous ne pouvions songer à isoler le corps cristallisé à l'état de pureté, étant donnée la faible quantité dont nous disposions, nous avons soumis directement chacun des deux extraits, dont ils constituaient d'ailleurs la presque totalité, à un certain nombre d'essais, dont nous donnons les résultats principaux.

Les extraits dissous dans l'eau ont fourni des solutions légèrement lévogyres, réduisant peu ou pas la liqueur cupro-sodique; les solutions traitées à 100° par l'acide sulfurique dilué à 2 pour 100, sont devenues dextrogyres et très fortement réductrices; par concentration, après neutralisation avec du carbonate de calcium, un des essais a laissé un résidu qui a cristallisé abondamment sur amorce de *galactose*; les cristaux examinés au microscope présentaient la forme, autrefois décrite par Bourquelot, que présente habituellement ce sucre lorsqu'il cristallise dans une mélasse épaisse. Soumises à l'action de l'émulsine, les solutions d'extraits sont devenues fortement réductrices.

Tous ces résultats nous semblent ne laisser place à aucun doute, relati-

-vement à la formation d'éthylgalactoside-β, par synthèse biochimique, au moyen du képhir. Si l'obtention biochimique de ce dernier composé, à l'état pur, pour être poursuivie avec plus de facilité d'exécution, nécessite de préférence l'emploi de l'émulsine des amandes, le fait précédent n'en conserve pas moins toute son importance théorique. En effet, le képhir ne renfermant pas d'émulsine proprement dite, mais de la lactase, on est bien ainsi amené à rapporter à ce dernier ferment l'action synthétisante, productrice d'éthylgalactoside-β, constatée avec l'émulsine des amandes, et les recherches présentes tendent à montrer une fois de plus la généralité des processus synthétiques, qui peuvent être effectués par les divers ferments solubles.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Formation d'humus et de combustibles minéraux sans intervention de l'oxygène atmosphérique, des microorganismes, des hautes températures, ou des fortes pressions.* Note de M. **L.-C. Maillard**, présentée par M. Armand Gautier.

J'ai signalé (1) une réaction remarquable par sa facilité et sa généralité, dans laquelle les sucres se combinent aux acides aminés qui perdent leur molécule CO^2 tandis que le sucre subit une déshydratation avancée. Par leurs propriétés extérieures, les substances brunes ainsi formées ressemblent à celles qui prennent naissance dans la caramélisation des sucres; mais dans mes expériences les produits déshydratés se forment à température beaucoup plus basse et retiennent en combinaison tout l'azote. Les teneurs en azote (4,35 pour 100, 4,86 pour 100, 5,48 pour 100, 6,00 pour 100) que j'ai trouvées dans diverses fractions sont du même ordre que celles que l'on

(1) *Comptes rendus*, t. 154, p. 66, 8 janvier 1912. — Depuis lors j'ai eu connaissance d'une antériorité partielle, à laquelle je tiens à rendre un juste hommage. A. R. Ling (*Journal of the Institute of Brewing*, t. XIV, 1908, p. 514) attribue à la réaction des acides aminés sur les sucres la coloration que prend le malt à la fin du touraillage; il a même reproduit cette coloration par le glucose et l'asparagine. A. R. Ling s'est d'ailleurs borné à cette simple indication qualitative : il n'a signalé ni le dégagement de CO^2, ni la déshydratation du sucre, ni la présence de l'azote dans les produits, ni l'identité de ceux-ci avec les matières humiques et mélanoïdiques. Il semble que son attention se soit limitée à l'industrie du maltage, car je n'ai pas vu jusqu'ici, dans les Recueils de Chimie pure, la description du phénomène que j'ai retrouvé dans toute sa généralité et dont l'étude quantitative m'a fourni des conséquences de portée très étendue.

rencontre dans certaines matières humiques extraites du sol et dans des produits mélanoïdiques; aussi ai-je conclu à la relation étroite de ces substances.

La réaction n'intéresse pas seulement les phénomènes secondaires qui accompagnent la décomposition des protéiques et des tissus, mais aussi toutes les industries (sucrerie, fabrication du pain d'épice, de la bière, etc.) qui, exploitant des matériaux d'origine biologique, sont amenées à mettre en présence des sucres et des acides aminés (ou les substances amylacées et protéiques capables de leur donner naissance).

De plus, elle nous amène à modifier peut-être certaines conceptions usuelles en Chimie appliquée à l'Agronomie et à la Géologie. J'ai signalé déjà que, même en présence d'oxygène pur, le mélange en réaction n'absorbe que de très petites quantités de ce gaz, tout en dégageant abondamment CO^2. Depuis lors j'ai multiplié les expériences, et de nombreux contrôles m'ont prouvé que la réaction se poursuit normalement en atmosphère d'azote pur, d'hydrogène pur, ou en l'absence de toute atmosphère : *l'oxydation n'intervient en aucune façon dans la production de* CO^2 *et des matières humiques*.

Or il semble qu'on admette assez volontiers, en Chimie agricole, l'intervention, dans la formation des matières humiques, d'une oxydation directe ou provoquée par les microorganismes. Mes expériences prouvent que l'oxydation n'intervient pas; elles montrent de plus que le rôle des organismes pourrait se borner à l'hydrolyse des protéiques et des polysaccharides en aminoacides et sucres : leur intervention perd même tout caractère de nécessité si l'on admet la réalité des phénomènes d'autolyse.

De même, lorsqu'on reprendra l'étude du dégagement de CO^2 par les terres arables, il sera utile de rechercher la part éventuelle de CO^2 produit sans oxydation et par simple scission des carboxyles qui peuvent exister dans la terre. Ma réaction explique peut-être pourquoi l'on a vu, dans certaines circonstances, CO^2 produit surpasser de beaucoup l'oxygène préexistant. D'autre part cette réaction s'amorce à des températures très inférieures à 100° et telles qu'en peut produire l'insolation d'une belle journée, puis elle se continue même à 0°, surtout si on lui fournit un peu d'eau, bien que la déshydratation y joue un rôle capital. *Elle suffit donc à expliquer, à elle seule, la formation naturelle de l'humus*.

La genèse des combustibles minéraux peut aussi relever, dans une certaine mesure, de cette réaction. Sans prétendre fabriquer de la houille véritable, j'ai obtenu des substances d'un noir de jais, très riches en carbone,

contenant de l'azote, remarquables par leur résistance aux réactifs, même à la potasse bouillante. Il ne m'appartient pas d'examiner ici les diverses théories de la formation des combustibles minéraux; mais il me semble qu'elles pourront désormais examiner avec profit la réaction si générale et si facile des acides aminés sur les sucres. *Or celle-ci n'exige ni l'enfouissement, ni l'intervention des microorganismes, ni les hautes températures, ni les fortes pressions.*

PHYSIOLOGIE. — *Sur la fixation temporaire et le mode d'élimination du manganèse chez le lapin.* Note de MM. **Gabriel Bertrand** et **F. Medigreceanu**, présentée par M. Roux.

Nous avons montré, par de nombreuses déterminations analytiques, que le manganèse est un élément normal du sang et des organes des animaux supérieurs, qu'il se rencontre même, sans exception, dans le corps de tous les représentants de l'échelle zoologique ([1]).

Cette diffusion, rapprochée d'autres faits et de certaines considérations théoriques, nous a conduits à admettre, au moins d'une manière provisoire, que le manganèse est chez les animaux, comme chez les plantes, un élément indispensable au fonctionnement des cellules.

Mais l'action du manganèse ne se borne là qu'aux doses extraordinairement petites auxquelles on le rencontre d'habitude. Si l'on exagère beaucoup, par des injections sous-cutanées d'un sel soluble de manganèse, la teneur en métal de l'organisme, on provoque, comme dans les cas de l'arsenic, du fer ou même du potassium, des troubles graves pouvant aller très vite jusqu'à la mort ([2]).

Nous avons pu étudier, en graduant les doses de sel de manganèse injectées, de façon à obtenir des survies plus ou moins longues, non seulement la façon dont le métal se fixe sur les tissus dans cette circonstance artificielle, voisine de l'usage thérapeutique, mais surtout, ce qu'il était difficile de faire à l'état normal, son mode d'élimination.

Après quelques essais préliminaires, nous avons opéré sur quatre lapins. Chacun d'eux a reçu sous la peau du flanc plusieurs injections de sulfate de manganèse pur,

([1]) *Comptes rendus*, t. 154, 1912, p. 941 et 1450, et t. 155, p. 82. Aussi, pour les détails, *Bull. Soc. chim.*, 4e série, t. XI, 1912.

([2]) Voir particulièrement, à ce sujet, les expériences de Kobert (*Archiv f. exp. Pathol.*, t. XVI, 1883, p. 361).

séparées l'une de l'autre par un intervalle de 24 heures. Chaque injection, faite aseptiquement, correspondait :

	Manganèse par kilogramme.
	g
Pour le lapin n° 1 (pesant 2180g)	0,0025
Pour le lapin n° 2 (pesant 2900g)	0,005
Pour le lapin n° 3 (pesant 2580g)	0,010
Pour le lapin n° 4 (pesant 2380g)	0,020

Il n'y a pas eu de trouble immédiat ni, dans la suite, formation d'aucun abcès aux points inoculés.

Le premier des lapins a supporté assez bien les injections pour qu'on ait pu continuer celles-ci pendant 22 jours. A ce moment, il avait reçu la quantité totale de 0g,113 de manganèse et son poids était tombé à 2020g. On l'a conservé encore 30 jours, pendant lesquels il a repris et même légèrement dépassé (2185g) son poids primitif, puis on l'a sacrifié pour les analyses. Les autres lapins n'ont reçu chacun que trois injections. Ils ont succombé peu après avec une perte considérable de poids :

Le n° 2 (survie après la dernière injection : 24 heures) ne pesant plus que 2470g;
Le n° 3 (» 40 heures) » 2140g;
Le n° 4 (» 12 heures) » 2165g.

Nous avons, avec toutes les précautions antérieurement décrites, séparé et analysé séparément le sang et les principaux organes : estomac, intestin, foie, vésicule biliaire et bile, reins, poumons, muscles, cœur, encéphale et moelle épinière.

Nous avons trouvé que le sang et tous les organes des animaux soumis au traitement renfermaient des quantités excessives de manganèse. Ainsi, en ramenant à 100g de substances fraîches les proportions de métal dosées, nous avons obtenu le Tableau suivant :

Organes.	Lapin n° 1.	Lapin n° 2.	Lapin n° 3.	Lapin n° 4.	Lapin normal.
	mg	mg	mg	mg	mg
Estomac	0,062	0,851	0,068	0,793	0,060
Intestin	0,070	0,544	0,631	0,465	0,037
Foie	0,204	9,495	14,164	10,559	0,285
Vésicule biliaire	0,500	1,330	0,727	non dosée	<0,100
Reins	0,141	0,747	1,040	0,795	0,092
Poumons	< 0,050	0,583	0,096	0,246	0,010
Muscles	0,008	0,035	0,025	0,054	<0,005
Cœur	< 0,100	0,333	0,111	0,185	0,021
Encéphale et moelle	< 0,035	0,068	0,075	0,080	0,009
Sang	indosable	0,025	indosable	indosable	indosable

On observera, en comparant les chiffres de ce Tableau, que les organes des lapins intoxiqués se rangent à peu près dans le même ordre que ceux

des lapins normaux sous le rapport de la richesse en métal. L'exception la plus remarquable à cette règle est celle de la vésicule biliaire qui, dans l'intoxication, est très riche en manganèse, alors qu'à l'état normal elle renferme très peu de cet élément. L'aptitude du tissu nerveux à fixer le manganèse est également digne d'attirer l'attention.

Au point de vue de l'élimination, on peut dire que l'organisme des lapins soumis au traitement manganésé se débarrasse assez rapidement de l'excès du métal qui l'imprègne. Ce fait est déjà appréciable quand on examine la proportion de manganèse contenue dans les organes des lapins n°s 2, 3 et 4, en tenant compte à la fois des doses injectées et des temps de survie après la dernière injection, mais il ressort surtout des chiffres trouvés avec le lapin n° 1 qui, 30 jours après la fin du traitement, avait éliminé presque tout le métal artificiellement introduit.

L'élimination a lieu principalement par la muqueuse du tube digestif et par la bile, comme on peut aisément s'en rendre compte par les chiffres du Tableau, mais, comme le démontre, d'une manière plus directe, l'analyse des matières fécales. On trouve, en effet, beaucoup de manganèse dans ces matières pendant la période des injections sous-cutanées et quelque temps encore après.

Ainsi, en opérant sur un lapin de 2500^{g} nourri avec des betteraves et du pain mouillé et intoxiqué à raison de 0^{g},005 de manganèse par kilogramme et par jour, il y avait : 1° avant l'intoxication, dans une quantité de matières fécales contenant 0^{g},431 d'azote, 1^{mg},250 de manganèse, et, 2° pendant la période d'intoxication, dans une quantité de matières fécales contenant 0^{g},801 d'azote, 5^{mg} de métal.

L'urine joue aussi un rôle dans l'élimination du manganèse, mais beaucoup moins important que celui du tube digestif. Tandis que l'urine d'un jour du lapin dont nous donnons l'analyse des matières fécales contenait, avant l'intoxication : azote total, 0^{g},900 et manganèse, 0^{mg},005, elle fournissait, dans la journée qui précédait la mort : azote total, 2^{g},500 et manganèse, seulement 0^{mg},060.

En résumé, le manganèse introduit sous la peau du lapin est rapidement diffusé dans l'organisme. Tous les tissus, y compris le tissu nerveux, s'en imprègnent temporairement. L'élimination est facile; elle a lieu surtout par le foie et la bile et par la muqueuse du tube digestif, estomac et intestin réunis; une petite proportion du métal passe aussi à travers les reins et se déverse dans l'urine.

A l'état normal, il est bien probable, d'après les déterminations quanti-

tatives que nous avons publiées antérieurement, que les mêmes modes de fixation temporaire et d'élimination ont lieu chez les animaux pour les petites quantités de manganèse qui s'introduisent par les aliments.

PHYSIOLOGIE. — *Nouvelle méthode de dosage du glycogène dans le foie.* Note de M. **H. Bierry** et Mme **Z. Gruzewska**, présentée par M. Dastre.

Le nombre considérable des travaux, entrepris en vue de l'élaboration d'une méthode précise de dosage du glycogène, témoigne de l'importance de la question.

Pflüger a fait une critique magistrale des procédés en usage, et il a lui-même établi une méthode qui, à juste titre, est considérée comme la meilleure.

Cette méthode consiste à solubiliser d'abord dans la potasse à 60 pour 100 les tissus à analyser; à précipiter dans la liqueur alcaline le glycogène par l'alcool; à recueillir ensuite ce glycogène qu'on transforme enfin en glucose après chauffage au bain-marie bouillant en présence de HCl. Cette méthode a l'inconvénient d'exiger un temps très long, et d'être assez délicate à manier.

Nous nous sommes proposé de rechercher un procédé rapide qui permît de doser avec exactitude le glycogène dans le foie. La technique à laquelle nous nous sommes arrêtés comprend trois temps : 1° le foie est solubilisé dans la potasse à 35 pour 100 et porté à l'autoclave à 120° pendant 30 minutes; 2° après refroidissement, la liqueur potassique est neutralisée, puis additionnée de HCl et portée pendant 30 minutes à 120°; 3° on procède au dosage du glucose par la méthode Gab. Bertrand après avoir, dans la liqueur neutralisée, précipité les protéiques par le nitrate mercurique.

Le traitement préalable par la potasse répond à un double but : c'est d'abord de solubiliser parfaitement les tissus employés, sans quoi le reste de l'opération serait illusoire, puis de détruire, tout en respectant le glycogène, les matières réductrices ou susceptibles de le devenir après hydrolyse acide. On se débarrasse ainsi, comme nous nous en sommes assurés par des nombreuses expériences, des dextrines, du glucose, du maltose, des substances comme les jécorines de Drechsel et de P. Mayer, et des composés glycuroniques dont Embden fait du foie le lieu d'élection. Le sucre combiné susceptible d'être apporté par le sang est également détruit dans ces conditions (Bierry et Fandard).

La méthode que nous proposons est exacte, rapide et permet les dosages en séries; elle a de plus le grand avantage de n'exiger que 10g ou 25g de tissu pour l'analyse. Également, l'hydrolyse du glycogène à 120° est obtenue beaucoup plus rapidement qu'au bain-marie.

Mode opératoire. — Le foie est prélevé sur l'animal avec les précautions ordinaires. On le broie rapidement et l'on en prend 25g qu'on mélange dans un ballon avec 25cm³ de solution de potasse à 35 pour 100. On chauffe le ballon au bain-marie bouillant jusqu'à dissolution complète du tissu. Le mélange est alors porté à l'autoclave à 120° pendant 30 minutes. Ensuite, la liqueur, refroidie et neutralisée au tournesol par HCl, est additionnée de 5cm³ de la solution d'acide chlorhydrique (D = 1,18) et amenée à 100cm³. Pour la seconde fois la liqueur ainsi préparée est chauffée pendant 30 minutes à 120°. Après refroidissement, la liqueur acide est versée du ballon, ainsi que l'eau distillée (60cm³ environ) ayant servi aux lavages de ce dernier, dans un verre à pied. On neutralise avec de la soude et l'on se débarrasse des albuminoïdes par le nitrate mercurique qu'on ajoute peu à peu et en agitant jusqu'à cessation de précipité (pour 25g de foie normal, il faut environ 70cm³ de réactif mercurique). Enfin la liqueur neutralisée est introduite dans un ballon jaugé et amenée avec les eaux de lavage à 300cm³. On filtre; le filtrat est additionné de poudre de zinc. Après un contact de quelques heures avec le zinc, on obtient un liquide limpide et incolore dont on prélève, suivant la richesse en glucose, 5cm³, 10cm³ ou 20cm³ pour le dosage au Gab. Bertrand. Le poids du glucose trouvé dans 10cm³, par exemple, multiplié par 30 donne le poids du glucose contenu dans les 300cm³ et, par conséquent, le poids de glucose correspondant à 25g de foie. On procède donc ici comme pour le dosage du sucre de sang (Bierry et Portier). Le poids de glycogène se déduit du poids de glucose trouvé qu'on multiplie par le coefficient 0,927 (Nerking et Gruzewska).

Le poids de glycogène obtenu par cette méthode est toujours supérieur à celui du glycogène obtenu par la méthode de Pflüger employée parallèlement. Les chiffres diffèrent d'autant plus que le tissu hépatique employé est plus pauvre en glycogène, il semble d'après nos expériences que, dans le cas de tissus peu riches en glycogène, la précipitation de ce dernier par l'alcool en présence des alcalis-albumines est imparfaite.

		Méthode de Pflüger.		Nouvelle méthode.	
Expériences.	Tissu employé.	Poids du foie analysé en grammes.	Glycogène en glucose et en pour 100 du foie frais.	Poids du foie analysé en grammes.	Glycogène en glucose et en pour 100 du foie frais.
1.	Foie de chien	25	0,35	25	0,39
	»	50	0,34	10	0,38
2.	Foie de cheval ...	25	0,18	25	0,26
	»	—	—	25	0,27
3.	Foie de chien....	50	0,15	25	0,36
	»	—	—	25	0,36
4.	Foie de chien	25	1,40	25	1,80

On peut nous objecter qu'on obtient, non seulement les corps réducteurs qui proviennent de l'hydrolyse du glycogène, mais aussi de l'hydrolyse des matières albuminoïdes et, en particulier, des nucléoprotéides. Les travaux de Wohlgemuth et de Neuberg ont, en effet, montré que les nucléoprotéides hépathiques étaient susceptibles de donner du *l*-xylose. Dans des expériences faites avec des nucléoprotéides extraits du foie de chien, nous avons trouvé des chiffres voisins de ceux indiqués par ces deux auteurs, mais, dans les conditions où nous opérons, les nucléoprotéides se détruisent en partie, et la quantité de *l*-xylose correspondant à 25^g de foie, est inférieure à $0^{gr},006$, chiffre qui ne peut pas apporter de changement sensible au dosage.

Dans d'autres expériences, nous avons débarrassé le foie de son glycogène *in vitro*, et nous l'avons soumis à l'hydrolyse dans des conditions précédemment indiquées. Ici encore, l'étude des produits d'hydrolyse, complétée par l'étude des combinaisons hydraziniques, nous a montré que ces substances n'apportent pas de perturbation au procédé de dosage que nous proposons.

PHYSIOLOGIE. — *Expérience réalisant le mécanisme du passage de l'oxyde de carbone de la mère au fœtus et des respirations placentaire et tissulaire.* Note de M. **Maurice Nicloux**, présentée par M. Dastre.

Le passage de l'oxyde de carbone de la mère au fœtus, que j'ai étudié expérimentalement il y a une dizaine d'années et dont j'ai suivi les modalités dans différentes conditions déterminées de l'empoisonnement maternel, est des plus intéressant à analyser au point de vue du mécanisme même qui y préside. En effet, autant on conçoit bien le passage de substances solubles, rapidement diffusibles, telles que l'alcool, l'urée, les solutions de certains sels métalliques, etc., autant le passage de l'oxyde de carbone paraît *a priori* imprévu, et cela pour les raisons suivantes : de chaque côté de la paroi intermédiaire à la mère et au fœtus, constituée par le placenta, se trouve, d'une part la circulation maternelle avec ses globules chargés d'oxyde de carbone, d'autre part, *et complètement indépendant*, le sang fœtal avec ses globules indemnes. Étant donné aussi ce que nous savons de l'affinité considérable de l'oxyde de carbone pour les globules, il est difficile de comprendre *pourquoi* et *comment*, l'oxyde de carbone quitte le sang maternel pour aller se fixer sur le sang fœtal, tant et si bien que si

le temps est suffisant, l'équilibre peut s'établir et le sang fœtal renfermer autant d'oxyde de carbone que le sang maternel.

Ce que nous savons de la dissociation de l'hémoglobine oxygénée ou oxycarbonée permet cependant de concevoir aisément ce passage et voici l'hypothèse que j'ai émise (1) :

« Quand on empoisonne un animal par l'oxyde de carbone, le sang se charge de gaz toxique. Toutefois, les globules ne sont pas seuls à fixer l'oxyde de carbone, une quantité extrêmement petite, mais réelle, est dissoute dans le plasma. Ceci posé, on peut admettre que cette solution traverse l'épithélium des villosités et qu'elle arrive dans le plasma du sang fœtal contenu dans les capillaires des villosités. Mais, de ce côté, les globules fœtaux, indemnes d'oxyde de carbone et avides de ce gaz par leur hémoglobine, en débarrassent le plasma ; un instant après, le même phénomène se reproduit, et il n'a d'ailleurs aucune raison pour s'arrêter, si ce n'est au moment où le sang fœtal contient autant d'oxyde de carbone que le sang maternel, ce que justement l'expérience vérifie. »

En fait, il ne peut en être autrement, et le passage de l'oxyde de carbone de la mère au fœtus n'est que la reproduction d'un phénomène de respiration placentaire et, d'une façon générale, d'un phénomène de respiration tissulaire : l'oxygène passe de la mère au fœtus, l'oxygène passe des globules aux éléments anatomiques par un intermédiaire indispensable, le plasma, qui transporte ainsi l'oxygène des globules [jouant le rôle de réservoir (2) pour ce gaz] vers les tissus où il sera utilisé.

Quoique ce mécanisme soit le seul possible, j'ai pensé qu'il serait intéressant d'en donner, une fois pour toutes, la démonstration expérimentale et c'est le but de l'expérience que voici :

Dans un grand récipient en verre de forme elliptique, on introduit 8^l à 10^l d'eau distillée ou salée à 7 pour 1000; on place au sein de cette eau un cœcum de bœuf, parfaitement indemne de la moindre solution de continuité, renfermant 1^l à 1^l et demi de sang de bœuf oxycarboné, puis un poisson, carpe ou tanche. L'eau qui entoure l'animal est absolument *incolore* et limpide. Après un certain temps, j'ai choisi 2 heures, on sacrifie l'animal, on recueille son sang, on en extrait les gaz et l'on y recherche par les procédés que j'ai fait connaître l'oxyde de carbone. Or on constate que l'animal est intoxiqué et que son sang renferme une proportion relativement notable d'oxyde de carbone.

(1) MAURICE NICLOUX, *Étude d'ensemble sur le passage des substances chimiques de la mère au fœtus. Mécanisme de ce passage* (*L'Obstétrique*, nouvelle série, t. II, 1909, p. 840-865).

(2) Voir E. LAMBLING, *Précis de Biochimie*, p. 262 et suivantes, où cet auteur a magistralement exposé le rôle de « *ce réservoir en oxygène combiné que représentent les globules* ».

Cette expérience, dont le résultat est si démonstratif est le schéma :

1° Du passage de l'oxyde de carbone de la mère au fœtus et de la respiration placentaire;

2° De la respiration tissulaire.

En effet, dans le premier cas, si nous tenons pour le sang maternel oxycarboné, la source d'oxyde de carbone constituée par le sang de bœuf placé dans le cœcum, nous voyons dans la paroi du cœcum la représentation de l'épithélium des villosités et dans le sang du poisson celle du sang fœtal. Ce qui vient d'être dit pour l'oxyde de carbone est vrai pour l'oxygène et c'est alors de la respiration placentaire dont il s'agit.

L'expérience décrite est aussi la représentation de la respiration tissulaire. De même, en effet, qu'un (¹) épithélium sépare les globules sanguins, chargés d'oxygène, de l'élément cellulaire où cet oxygène doit être utilisé, de même nous avons une paroi, le cœcum, qui sépare les globules chargés d'oxyde de carbone de l'endroit où ce gaz sera fixé : sang du poisson. L'intermédiaire, ce ne peut être évidemment, et de toute nécessité, que le liquide qui baigne ces globules et il n'est autre que la dissolution du gaz dans le plasma et l'eau distillée ou salée à 7 pour 1000. Dès qu'une certaine quantité d'oxyde de carbone, et ce raisonnement serait naturellement vrai pour l'oxygène, contenue dans la dissolution, disparaît du fait de son absorption par le sang du poisson, la proportion d'oxyde de carbone tend à diminuer dans le plasma qui entoure les globules et ceux-ci en cèdent à celui-là, dès lors un nouvel équilibre s'établit, il y a de nouveau passage, puis absorption, et le phénomène se poursuit ainsi indéfiniment.

Conclusion. — L'expérience qui vient d'être décrite reproduit le mécanisme du *passage* de l'oxyde de carbone de la mère au fœtus et des respirations *placentaire* et *tissulaire ;* elle démontre d'une façon rigoureuse que le *plasma seul* est le convoyeur, le *vecteur :* de l'oxyde de carbone dans l'empoisonnement fœtal par le sang oxycarboné maternel, de l'oxygène dans les phénomènes respiratoires.

Aussi bien ce mécanisme ne pouvait-il faire aucun doute et était-il admis par tous les physiologistes, mais j'ai pensé que l'expérience, qui en est une si convaincante image, méritait d'être rapportée (²).

(¹) Quelquefois plusieurs, le raisonnement n'en reste pas moins le même.

(²) On trouvera dans un Mémoire d'ensemble, qui paraîtra dans le Volume jubilaire offert au professeur Ch. Richet, et dans les *Archives mensuelles d'Obstétrique et de Gynécologie*, le détail de l'expérience, ainsi que d'un certain nombre d'autres qui la complètent; on y trouvera aussi la bibliographie.

GÉOLOGIE. — *Le Westphalien moyen dans la zone axiale alpine.* Note de M. **Ch. Pussenot**, présentée par M. R. Zeiller.

La zone axiale alpine s'étend du Col des Ayes, près de Briançon, à travers la Maurienne et la Tarentaise, jusqu'à Aproz en Valais. A part un ou deux lambeaux d'assises mésozoïques, elle est constituée par des grès à anthracite que l'érosion a entaillés plus ou moins profondément, suivant les points considérés, sans cependant atteindre leur substratum qui, de ce fait, nous demeure inconnu. Les auteurs placent ces grès dans le Stéphanien, généralement à sa base et sur l'horizon des couches de Rive-de-Gier, mais ils font remarquer en même temps que des espèces spéciales au Westphalien s'y rencontrent, notamment aux Gardioles, où ils ont été rapportés par un certain nombre de géologues au niveau le plus élevé de cet étage. Nous allons montrer que cette classification doit être désormais abandonnée pour les parties de la zone situées dans le Briançonnais, en Maurienne sur la rive gauche de l'Arc, et en Tarentaise au Col du Petit-Saint-Bernard.

Briançonnais. — On peut voir entre la Durance et Notre-Dame-des-Neiges un remarquable affleurement de grès à anthracite. Les assises dont il est formé se divisent en deux groupes. L'un, d'une épaisseur de 100^m environ, comprend les plus élevées d'entre elles et n'a fourni jusqu'à présent aucune espèce caractéristique de niveau. Bien que les alluvions glaciaires le recouvrent à sa partie supérieure et masquent les couches jusqu'à la moitié de la hauteur des quartzites du Trias, il est certain qu'il est surmonté par le Permien (Verrucano) comme cela se voit un peu plus au Nord. Le second groupe, puissant de 400^m, est constitué par les autres assises. Douze gisements d'empreintes végétales, que nous numérotons dans cette Note du plus élevé au plus bas, et situés savoir : **1**, **2**, **3**, **4** aux environs de Puy-Richard; **5**, **7** à la Combarine; **6**, **8**, **9** aux environs de la Sagnette; **10**, **11** à l'entrée du ravin du Rif-Clanet; **12** à la Tour, s'y trouvent intercalés à intervalles à peu près égaux.

Plus au nord, près de la Salle, se trouvent les mines des Gardioles, qui sont avec **12** le point fossilifère le plus bas que nous ayons observé.

Également dans la même direction, non loin de Monêtier-les-Bains, à Puy-du-Cros, à Puy-Chevalier, au Col du Perrou près de l'Aiguillette et au Col de la Ponsonnière, les grès, renversés sur le Permien, renferment des gisements de fossiles distants de cet étage respectivement de 30^m, 150^m, 90^m et 130^m. Ils appartiennent avec lui au flanc inverse de l'anticlinal de la Ponsonnière.

Dans le flanc normal de ce pli, les restes végétaux sont assez fréquents au pied du Pic de la Moulinière et au Col du Chardonnet. L'intervalle entre les couches qui les renferment et le Permien est voisin de 100^m.

Enfin, on peut encore voir un niveau fossilifère très près des assises permiennes du Grand Aréa, sur le versant du Col de Buffère.

Maurienne. — L'anticlinal de la Ponsonnière s'enfonce près du lac des Cerces sous des terrains plus récents et réapparaît à Bonnenuit. Son flanc normal comprend la même série de couches qu'au Chardonnet et renferme à Chexlu un gisement de végétaux placé dans les mêmes conditions stratigraphiques que les précédents.

Tarentaise. — La partie des grès à anthracite qui repose, en contact anormal, sur le Trias gypseux entre Bourg-Saint-Maurice et la Thuille (Italie), nous a fourni au Col du Petit-Saint-Bernard, en face d'un pont situé à 100^{m} en aval du chalet français, des empreintes végétales analogues à celles du Briançonnais.

Les espèces récoltées par nous dans ces trois régions ont été soumises à M. R. Zeiller, qui a bien voulu les déterminer. Nous allons en donner une liste générale en mentionnant pour chacune d'elles le numéro, ou, en abrégé, le nom [1] du gisement d'où elles proviennent.

Sphenopteris obtusiloba Brongt (1); *Sph.* cf. *obtusiloba* (5); *Sph. trifoliolata* Brongt (5, P. Ch.); *Sph. macilenta* L. et H. (2, 5); *Sph.* cf. *grypophylla* Gœpp., cf. *coralloides* Gutb. (2, 11, C. Po., P. S. B.); *Sph. Essinghi* Andræ (1, 4, 10, 11, 12, G., P. Cr., C. B., C. C., C. Pe., C. Po.); *Sph. quadridactylites* Gutb. (4, 7, 8, 11, 12, G., C. B., C. C., P. Cr., P. S. B.); *Sph. Frenzli* Stur (12); *Crossotheca Schatzlarensis* Stur (1, 2, C. Pe., C. C.); *Diplotmema Schatzlarense* Stur (1, 2, 5, 10, 11, C. Pe., C. C., P. S. B.); *Mariopteris latifolia* Brongt (1, 2, 5, 10, 12, P. Ch., C. Pe., C. C.); *Mar. acuta* Brongt (2, C. Pe.); *Pecopteris plumosa* Artis (1, 2, 8, 10, 12, C. Pe., C. C.); *Pec.* cf. *Schwerini* Stur (12); *Pec. pennæformis* Brongt (3, 10); *Alethopteris decurrens* Artis (1, C. C.); *Nevropteris Schlehani* Stur (2, 4, 5, P. Cr., P. Ch., C. Pe., C. C., C. Po., P. S. B.); *Nevr. gigantea* Sternb. (5, 6, 7, 10, P. Cr., P. Ch., P. S. B.).

Calamites Suckowi Brongt (tous les gisements); *Cal. undulatus* Sternb. (C. C.); *Cal. ramosus* Artis (9, 11); *Calamophyllites* sp. (C. C.); *Calamostachys* sp. (P. S. B.); *Asterophyllites equisetiformis* Schl. (P. S. B.); *Ast. grandis* Sternb. (2, 4, 5, 8, 11, 12, G., P. Ch., C. Pe., C. C.); *Phyllotheca Rallii* Zeiller (2, 9, 11, P. S. B.).

Sphenophyllum cf. *myriophyllum* Crépin (8).

Lepidodendron lycopodioides Sternb. (1, 5, 8, G., C. C., P. S. B.); *Lep.* cf. *lycopodioides* (1, 5, G., P. Cr., P. S. B.); *Lepidodendron* sp. (tous les gisements); *Lepidophloios laricinus* Sternb. (2, 5, 7, G., P. Cr., P. Ch., C. Pe., C. C., P. S. B.); *Lepidophyllum lanceolatum* L. et H. (tous les gisements); *Sigillaria* (*Rhytidolepis*) sp. (5, 7, 11, C. C.); *Sig.* cf. *mamillaris* Brongt (7, G.); *Sig.* cf. *spinulosa* Germ. (8, 12, G.); *Sig.* (*Clathraria*) sp. (tous les gisements); *Sig.* cf. *ornata* Brongt (G.); *Sig.* cf. *reticulata* Lesq. (C. C.); *Stigmaria ficoides* Sternb. (tous les gisements).

---

[1] C. B., col de Buffère; C. C., col du Chardonnet; C. Pe., col du Perrou; C. Po., col de la Ponsonnière; G., les Gardioles; P. Ch., Puy Chevalier; P. Cr., Puy du Cros; P. S. B., Petit Saint-Bernard.

Cet ensemble d'espèces, parmi lesquelles se place au premier rang le *Nevropteris Schlehani*, cantonné uniquement dans des gisements voisins pour la plupart du Permien (2, 4, 5, Puy-du-Cros, etc.), permet de rapporter avec une certitude absolue les grès qu'il caractérise à la zone moyenne du Westphalien [1]. Comme il ne renferme, en dehors du *Sphenopteris trifoliolata*, du *Sph. obtusiloba*, du *Sphenophyllum* cf. *myriophyllum*, aucune des autres espèces qui délimitent par leur abondance ou leur spécialité les trois horizons de cette zone, sa position dans celle-ci demeure incertaine. Cependant, le *Sphenopt. Frenzli* et le *Crossotheca Schatzlarensis* qui se montrent, le premier dans 12 où il est commun, le second à Puy-Richard dans 1 et 2, au col du Perrou et au col du Chardonnet où il est également commun, tendent, à raison de leur présence dans les régions les plus basses du Westphalien inférieur du bassin d'Héraclée, à faire placer cet ensemble vers la base de la zone. Il en est de même du *Phyllotheca Rallii* dont on peut recueillir de nombreux exemplaires dans 11 et 9 et admettre la disparition dans 2 où il est extrêmement rare, et qui caractérise à Coslou, dans le même bassin, des couches dont l'âge westphalien inférieur n'est pas douteux. Mais le sens de ces indications est contre-balancé par les Sigillaires du groupe du *Sig. Brardi* répandues dans toutes les couches explorées, car cette espèce avec ses diverses formes ne se rencontre pas habituellement dans cette zone, sauf en Angleterre, où Kidston l'a observée au sommet des *middle Coal-measures;* de sorte qu'on est finalement conduit à placer les grès à anthracite à un niveau intermédiaire entre l'horizon supérieur et l'horizon moyen du Westphalien moyen, mais empiétant sur chacun d'eux. Il est possible que par la suite la découverte d'autres documents paléobotaniques modifie cette attribution, mais ce sera sans doute dans une faible mesure.

Si, à ce qui précède, nous ajoutons que nous avons reconnu le long du sentier qui conduit au Pas de la Tempête, près de Névache, à 45 minutes de la crête, *Sphenopt. Essinghi*, *Mariopt. latifolia*, *Sphenophyllum cuneifolium*, nous aurons le droit de ranger au niveau précédent les grès à anthracite de la vallée de la Clarée et des environs du Mont Thabor.

En résumé, *les grès à anthracite de la zone axiale alpine situés entre Bourg-Saint-Maurice en Tarentaise et la Thuille en Italie au contact immédiat du*

(1) Zeiller (R.), *Flore fossile du bassin houiller de Valenciennes; Sur les subdivisions du Westphalien du Nord de la France d'après les caractères de la flore* (*Bull. Soc. géol. Fr.*, t. XXII, p. 483); *Étude sur la flore fossile du bassin houiller d'Héraclée* (*Asie-Mineure*) (*Mém. Soc. géol. Fr. : Paléont.*, t. VIII-IX, Mém. n° 21).

Trias gypseux, en Maurienne sur la rive gauche de l'Arc, et dans le Briançonnais n'appartiennent ni au Stéphanien inférieur, ni, pour une faible part, au Westphalien supérieur, comme on l'avait admis jusqu'ici, mais se placent à un niveau compris approximativement entre les milieux des horizons supérieur et moyen du Westphalien moyen.

Des assises qu'on attribue au Permien (Verrucano) leur succèdent sur les points où la série des terrains est normale.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur un cas de foudre globulaire.* Note de M. G. **Gouré de Villemontée**, présentée par M. J. Violle.

Le 2 décembre 1912 à 1^h, après une matinée pluvieuse suivie d'une longue éclaircie, le ciel se couvrait de nuages au nord de Tissey, village à 8^{km} de Tonnerre (Yonne); bientôt un orage, avec roulements de tonnerre et éclairs, éclatait au-dessus de Tissey, une pluie assez abondante mouillait le sol, puis l'orage paraissait se calmer.

Une demi-heure environ après le dernier roulement de tonnerre, le vent avait cessé, le ciel était uniformément couvert, la pluie continuait, lorsque, tout à coup un bruit de tonnerre, sourd, retentit, et, immédiatement après, une décharge d'une violence extrême éclatait sur une étendue supérieure à 1^{km}, comprenant le village entier.

Sur la plus grande étendue de Tissey et sur tous les points à la fois des gerbes de feu jaillirent du sol. Au-dessus d'un bassin alimenté par une nappe d'eau souterraine, la décharge présenta la forme d'une boule trois fois grosse comme la tête et nettement séparée de la surface de l'eau.

Au même instant, un journalier, arrêté dans une grange à plus de 100^m du bassin, vit passer sur la rue, à une distance du sol égale à la hauteur d'un homme de taille moyenne, un globe de feu de la grosseur de la tête. L'apparition du globe était, dit-il, distincte de la perception de l'éclair général qu'il vit encore un temps infiniment court, mais sensible, après le globe de feu.

La décharge a fondu, en dehors du village, sur une longueur de 15^m environ, un fil de fer, tendu sur une meule de paille par deux grosses pierres, et il y a déterminé un commencement d'incendie, rapidement éteint par la pluie. Le sol a été labouré sur 2^m ou 3^m de longueur et 5^{cm} environ de profondeur aux endroits où les extrémités du fil entraînées par les pierres sont tombées.

La décharge a été suivie d'une pluie torrentielle accompagnée de grêle et de neige.

Les faits précédents montrent que l'apparition de foudre globulaire n'est pas due à la position de l'observateur par rapport à un éclair en zig-zag.

Le rapprochement du cas actuel d'un autre observé près de Strasbourg vers 1869, au-dessus du Rhin, et relaté par Ch. Hugueny, montre la similitude des circonstances et l'existence de nappes d'eau au-dessous des points où l'on a signalé la foudre globulaire.

HYDROLOGIE. — *Sur le déplacement de sources thermales à la Roosevelt-Dam (Arizona).* Note de M. **E.-A. Martel**, présentée par M. L. De Launay.

Au cours du voyage autour des États-Unis, dirigé d'août à octobre 1912 par le professeur W. Morris Davis de (l'Université d'Harvard), et auquel la Société de Géographie de New-York avait gracieusement invité une quarantaine de représentants des Sociétés de Géographie d'Europe, j'ai eu l'occasion de faire les observations ci-après au nouveau grand barrage de la Roosevelt-Dam.

On sait que, construite au confluent de la Salt-River et de son affluent le Tonto-Creek, cette digue a créé un lac artificiel de 1584841002$^{m^3}$ (1284000 acres-pieds de 1234$^{m^3}$,33) qui assure l'irrigation des ci-devant déserts de l'Arizona, à l'est de la ville de Phœnix, capitale de cet État.

Le barrage a 1017 pieds (310^m) de longueur au sommet, et 284 pieds de hauteur maximum (86^m,56), plus 36 pieds (10^m,97) (1) de fondations dans les graviers de la Salt-River, recouvrant les quartzites rouges du sous-sol. Il a été inauguré le 18 mars 1911.

A la date du 5 octobre 1912, après un an et demi de service, les blocs d'arkose et le ciment dont il est fait laissent filtrer un peu d'eau, principalement vers le côté gauche. Cette eau dépose sur les gradins extérieurs du barrage des concrétions, qui forment déjà sur la face horizontale de ces gradins de petites cuvettes serpentiformes ou *gours*, absolument identiques aux formations concrétionnées en bassins des rivières souterraines, de certaines sources chaudes, des geysers et des cascades à tufs.

A l'aval du barrage, sur les deux rives, mais en bien plus grand nombre sur la rive gauche, il y a des sources chaudes abondantes d'apparence sulfureuse (d'après leur odeur et leur irrisation), qui sourdent des fissures de l'arkose. Cette roche est relevée, par un pendage au nord-est, en sens

(1) Chiffres fournis sur place par M. W.-Th. Lee, géologue de l'U. S. Geol. Survey et par les ingénieurs de l'ouvrage.

opposé du courant de la Salt-River, de façon à contrebouter naturellement le barrage. Il y a au moins une dizaine d'émergences sur la rive gauche, à quelques mètres au-dessus du sentier qui la suit, et bien en dessous de la route de voitures, et deux principales sur la rive droite. Toutes se trouvent en amont d'une intrusion de roches noires éruptives. Ces sources ont jailli là dès le printemps de 1911, immédiatement après l'achèvement complet du barrage et le remplissage de son réservoir. Il est clair qu'elles résultent du déplacement des sources chaudes qui existaient, avant les travaux, à moins de 1^{km} à l'amont, vers le confluent de la Salt-River et du Tonto-Creek. C'est bien évidemment l'augmentation de pression (2^{atm} à 5^{atm}) (¹) exercée par l'eau du réservoir sur les griffons primitifs, qui a fait chercher et trouver aux eaux thermales un échappement ascensionnel en aval de l'obstacle, parmi les fissures de l'arkose (surmontée d'ailleurs d'une lentille de calcaire carbonifère).

L'intérêt de ce fait est de démontrer la nature des perturbations que la création d'un lac artificiel peut apporter dans la circulation et le régime des eaux souterraines en terrain fissuré.

Le 5 octobre 1912, j'ai trouvé, comme température des sources chaudes dont il s'agit, 37° C. pour les plus proches du barrage (à moins de 100^{m} de distance) et 49°, 50° et 51° C. pour les plus éloignées (à $0^{km},500$). Il semblerait donc que, pour les plus rapprochées, il y ait mélange avec l'eau du réservoir.

Cette conséquence de l'édification de la Roosevelt-Dam devra être prise en sérieuse considération dans la discussion actuellement pendante au sujet du grand barrage projeté sur le Rhône, à Génissiat, en aval de Bellegarde. Je rappelle, en effet, qu'on a reconnu l'existence, en amont de Génissiat, de 14 sources dans les parois du cañon du Rhône et de plusieurs autres dans le lit même du fleuve (²), sortant toutes de fissures du calcaire urgonien. Il est certain que, dans cette roche, la circulation d'eau souterraine est encore à l'œuvre, *même en dessous du niveau du fleuve*, et qu'il serait particulièrement dangereux d'exaspérer des affouillements futurs, en réalisant une surcharge d'eau de 7^{atm} par une retenue de 70^{m} de hauteur (101^{m} avec les fondations).

(¹) Selon la profondeur d'eau qu'on réalise dans le réservoir et qui atteint de 18^{m} à 52^{m} en moyenne.

(²) *Société d'Agriculture de Lyon*, Conférence du 8 novembre 1911; *Société de Géographie de Paris*, Conférence du 19 avril 1912, et *Journal officiel* du 25 avril; *Comptes rendus*, 2 janvier 1912; *La Nature*, 17 février 1912, etc.

Le déplacement des sources thermales de la Salt-River, consécutif à la construction de la Roosevelt-Dam, est un sérieux argument de plus en faveur de la nécessité d'édifier, en travers du Rhône, deux barrages de hauteur restreinte au lieu d'un seul de trop grande élévation.

Il faut ajouter que, dans le tunnel de décharge établi à droite de la Roosevelt-Dam pour régler la distribution de l'eau, les effets de l'érosion ont dépassé toutes les prévisions : on a dû, après coup, pourvoir le radier et les parois d'un revêtement particulièrement résistant.

M. GANDILLOT adresse une Communication intitulée : *Note sur l'emploi de la voile.*

(Renvoi à l'examen de la Commission d'Aéronautique.)

A 5 heures l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie.

Ph. v. T.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 23 DÉCEMBRE 1912.

Flore générale de l'Indo-Chine, publiée sous la direction de H. LECOMTE; rédacteur principal : F. GAGNEPAIN; t. IV, fasc. 1 : *Eriocolaunacées*, par H. LECOMTE. *Cypéracées*, par E.-G. CAMUS. Fasc. 2 : *Cypéracées* (suite), par E.-G. CAMUS. Paris, Masson et Cie, novembre 1912; 2 fasc. in-8°. (Présenté par M. Mangin.)

Atlas météorologique pour l'année 1911, *d'après vingt-cinq stations françaises*, par G. EIFFEL, avec la collaboration de CH. GOUTEREAU. Paris, J. Mourlot, 1912; 1 étui in-4° contenant 4 fascicules. (Présenté par M. VIOLLE. Hommage de l'auteur.)

M. P. FRANCOTTE fait hommage à l'Académie d'un exemplaire des Mémoires qu'il a publiés. 2 fasc. in-4° et 12 fasc. in-8°.

Bulletin de la Section scientifique de l'Académie Roumaine, publié par M. ST.-C. HEPITES; 1re année, n° 1, paru le 10 décembre 1912. Bucarest; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Ph. van Tieghem.)

Matériaux pour la Carte géologique de la Suisse; 2e série, livraisons 36, 37, 38, 39 et Cartes spéciales n° 65, 68. Berne, A. Francke, 1912; 4 fasc. in-4° et 2 feuilles in-plano. (Présenté par M. Ph. van Tieghem.)

Projet de programme d'un cours d'Hygiène industrielle au Conservatoire national des Arts et Métiers, et *Travaux et Titres de M.* MARBOUTIN. Paris, Charles Delagrave, s. d.; 1 fasc. in-8.

Notice sur les Travaux scientifiques de M. PIERRE BRETEAU. Paris, Gauthier-Villars, 1911; 1 fasc. in-4°.

Annales de l'Institut océanographique (Fondation Albert Ier, Prince de Monaco), publiées sous la direction de M. L. JOUBIN; t. V, fasc. 3.

Mission Gruvel sur la Côte occidentale d'Afrique (1909-1910) : *Mollusques marins*, par Ph. DAUTZENBERG; *Terrestres*, par L. GERMAIN; *Comestibles ou industriels*, par A. GRUVEL. — Fasc. IV : *Recherches sur la formation des habitudes, le sens des couleurs et la mémoire chez les poissons*, par ROMUALD MINKIEWICZ. Paris, Masson et Cie, 1912; 2 fasc. in-4°. (Présenté par M. Ph. van Tieghem.)

ERRATA.

(Séance du 25 novembre 1912.)

Note de M. *G. Bigourdan*. Cinquième liste de nébuleuses découvertes à l'Observatoire de Paris :

Les numéros 528, 537 à 544 et 546 à 559 forment double emploi : ces objets avaient déjà figuré dans une liste antérieure.

(Séance du 9 décembre 1912.)

Note de M. *Lémeray*, Sur un théorème de M. Einstein :

(Page 1227, ligne 4 à ligne 10, *supprimer* le passage commençant par « En appliquant... » et finissant à « ... théorie de Ritz ».

N° 26.

TABLE DES ARTICLES (Séance du 23 Décembre 1912).

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ÉLECTIONS.

CORRESPONDANCE.

N° 26.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

50192 PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : Gauthier-Villars.

Hildebrandsson

1912

DEUXIÈME SEMESTRE.

—

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME 155.

N° 27 (30 Décembre 1912).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

—

1912

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Toute Note manuscrite d'un Membre de l'Académie ou d'une personne étrangère ne pourra paraître dans le *Compte rendu* de la semaine que si elle a été remise le jour même de la séance.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les Correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Les *Comptes rendus* ne reproduisent pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'Imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin ; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* ne contiennent ni planches, ni figures.

Dans le cas exceptionnel où des figures seraient autorisées, l'espace occupé par ces figures comptera pour l'étendue réglementaire.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 30 DÉCEMBRE 1912.

PRÉSIDENCE DE M. LIPPMANN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Champ magnétique général des couches supérieures de l'atmosphère solaire. Vérifications nouvelles.* Note (¹) de M. H. **Deslandres**.

La couche supérieure de l'atmosphère solaire qui, déjà, a été l'objet de plusieurs Notes dans ce Recueil, offre toujours des faits nouveaux et donc un intérêt croissant; elle est étudiée sans arrêt à l'Observatoire de Meudon. La recherche est d'ailleurs bien française par son origine et son développement tout entier. La première mention de la présence sur le disque de la petite raie noire K_3 qui donne cette couche supérieure, a été faite dans une Note que j'ai présentée en février 1892; le grand relevé du spectre solaire par Rowland ne la contient pas. Peu après, j'ai ajouté que cette raie K_3 était toujours présente sur le disque entier de l'astre, qu'elle révélait la chromosphère supérieure dans la demi-sphère entière tournée vers la Terre, et qu'elle pouvait assurer sa reconnaissance complète, mais avec des appareils spéciaux d'une grande puissance (²). En fait, c'est seulement 15 ans après, en 1908, lorsque j'ai pris la direction de l'Observatoire, que j'ai

---

(¹) Présentée dans la séance du 23 décembre 1912.

(²) Voir *Comptes rendus*, 1892, t. **114**, p. 276 et 576; t. **115**, p. 232; 1893, t. **116**, p. 238, et t. **119**, p. 716-1053; 1894, t. **119**, p. 148. La raie noire appelée maintenant K_3 est la raie centrale du renversement triple (K_1, K_2, K_3), offert par la large raie noire K attribuée au calcium.

pu réaliser les appareils nécessaires, à savoir : un grand spectrohéliographe qui enregistre l'image bien pure de la couche, et un grand spectroenregistreur des vitesses, plus utile encore, qui relève les mouvements radiaux. Tous les jours, plusieurs épreuves des formes et des vitesses sont obtenues à Meudon avec la collaboration de d'Azambuja et Burson. Nous avons été les premiers, et nous sommes encore les seuls à poursuivre cette recherche (1).

La couche supérieure s'ajoute aux trois autres distinguées auparavant dans le Soleil, c'est-à-dire à la surface, aux couches basse et moyenne de l'atmosphère, qui sont photographiées en même temps à Meudon avec d'autres appareils. Or la couche nouvelle s'affirme comme la plus intéressante des quatre ; elle a des propriétés plus caractéristiques et des variations plus grandes de la forme et de la vitesse des vapeurs. Elle a aussi l'avantage d'une constitution plus simple, plus accessible pour nous. Alors que les couches basses sont comprimées et gênées en haut et en bas, la couche supérieure se développe librement, au moins dans sa partie la plus haute; là elle détache vers l'extérieur les prolongements élevés, très curieux, qui sont les protubérances (2). Dans cette région la pression est très basse et l'on doit s'attendre à y retrouver les phénomènes, déjà en partie élucidés, qui sont offerts par les gaz raréfiés de nos laboratoires, illuminés électriquement.

En fait, le problème des protubérances, considéré jusqu'ici comme une énigme, a été largement éclairci par l'enregistrement double appliqué à la couche supérieure entière et à ses dépendances. Les protubérances, comme on sait, sont relevées depuis 1868, mais seulement au bord extérieur; leur position en latitude, leurs variations singulières de forme et de vitesse, n'offrent aucun lien bien net avec la surface, et même avec les couches moyennes et basses de la chromosphère entière, photographiées depuis 1892 et 1894. Il a fallu, pour les rattacher nettement à cette chromosphère, avoir sous les yeux la couche supérieure qui est leur lieu d'émission. Cette der-

(1) Voir *Comptes rendus*, 1906, t. 143, p. 1210; 1908, t. 147, p. 334, 467 et 1016; 1909, t. 148, p. 968 et t. 149, p. 121 et Tome IV des *Annales de Meudon*, 1910.

(2) Je donne ici au mot *protubérance* son sens le plus restreint. Il désigne le prolongement au-dessus du niveau supérieur de la chromosphère. Mais on lui a donné souvent un sens plus large, le mot comprenant, outre le prolongement ci-dessus défini, la base de ce prolongement soit dans la chromosphère totale (comme je l'ai fait de 1891 à 1895), soit dans la chromosphère supérieure. A certains égards, il est naturel de ne pas séparer la protubérance de son origine dans la chromosphère.

nière ne présente plus les taches noires, caractéristiques des couches basses, mais de longues lignes noires, appelées *filaments* et *alignements*, qui forment un grand réseau sur le Soleil entier. Or c'est justement le long de ces lignes noires nouvelles que sont disposées les protubérances; et même, comme je l'ai annoncé récemment, la protubérance, au bord extérieur, prolonge l'alignement qui lui correspond (¹).

De plus, dans la grande majorité des cas, d'après le relevé des vitesses radiales : 1° au centre du disque, le filament a une composante verticale de sa vitesse qui est notable et ascendante; 2° au bord solaire, la protubérance à sa base offre une rotation plus rapide que la couche supérieure. En outre, lorsque la protubérance est haute, elle offre souvent, à des distances croissantes au-dessus de la surface, des vitesses de rotation alternativement plus grandes et plus petites que la normale, et même, cette alternance curieuse est parfois en accord avec une forme nettement hélicoïdale de la protubérance.

Tous ces faits, brièvement résumés, et d'autres encore, ici non rappelés, s'expliquent aisément par les théories électroniques que j'ai développées dans plusieurs Notes de 1911 et 1912 (²). L'atmosphère solaire et sa couche supérieure sont sans aucun doute ionisées, et même fortement; il suffit, pour comprendre les phénomènes, de suivre avec soin les actions ordinaires électriques et magnétiques sur les ions mobiles de la couche. Les protubérances sont alors simplement un amas d'ions lumineux qui sont rejetés au dehors par les forces aérodynamiques ou électriques et qui, arrivées dans un espace très raréfié, y manifestent librement les actions caractéristiques du champ magnétique.

J'ai montré déjà l'accord de ces idées simples avec les faits, mais en les considérant seulement dans leur ensemble. Dans la Note actuelle, je poursuis cet examen, et en le poussant jusqu'aux moindres détails. L'accord reste toujours satisfaisant et s'affirme par des vérifications qui, par elles-mêmes, sont intéressantes.

(¹) Pendant longtemps, des protubérances notables ont été considérées par tous comme liées aux facules; mais depuis 1908, depuis la reconnaissance de la couche supérieure, j'estime que ces protubérances émanent en réalité des alignements qui entourent le périmètre de la facule. Cependant certaines protubérances spéciales, formées par un jet droit, court et très lumineux, sont liées aux taches elles-mêmes; elles ont un régime spécial de vitesse radiale et sont sous la dépendance du champ magnétique particulier de la tache, si bien reconnu et étudié par Hale.

(²) Voir *Comptes rendus*, 1911, t. 152, p. 1281, 1453 et 1541; t. 153, p. 10, 221 et 445; 1912, t. 155, p. 531 et 743.

1° J'ai admis dans le Soleil un champ magnétique général, analogue au champ terrestre; car le champ de notre Terre, comme Gauss l'a montré le premier, est, dans ses grandes lignes, celui d'un aimant très petit placé au centre, et donc aussi celui d'une sphère uniformément électrisée qui tourne autour d'un axe. Dans le Soleil, le champ magnétique est produit par la rotation de sa charge électrique, probablement positive. Lorsque l'axe de la sphère tournante et l'axe du petit aimant central coïncident, les directions du champ, sinon les sens, sont les mêmes dans les deux cas. La figure 1 ci-contre donne les directions du champ le long d'un cercle qui est un méridien magnétique terrestre ou le contour apparent du Soleil.

Lorsque l'ion solaire s'élève verticalement en A ou en E, il est dévié par la force magnétique et il décrit une hélice dont l'axe est parallèle au champ. Le signe de la charge et le sens du champ sont tels que, à l'Est, l'hélice est en avant du contour apparent; dans la première demi-spire, l'ion tourne ainsi plus vite que la couche supérieure, moins vite dans la demi-spire suivante, et ainsi de suite. Dans la plupart des protubérances, le mouvement ne s'étend pas au delà de la première demi-spire et l'on retrouve les faits caractéristiques de l'observation, comme je l'ai indiqué en 1911.

Dans le relevé des vitesses radiales des protubérances de 1908, que nous avons publié l'année dernière, Burson et moi, les $\frac{87}{100}$ des protubérances à mouvement sensible avaient à la base une rotation plus rapide. La rotation plus lente des autres a été attribuée, soit à un changement de signe de la charge, qui, il est vrai, paraît assez improbable, soit à ce que la première demi-spire de l'hélice est cachée par le bord. Or, une autre cause, non encore signalée, doit agir dans le même sens ([1]).

Dans la première étude, j'ai supposé la protubérance à peu près verticale, ce qui est, en effet, le cas général; mais on observe aussi des protubérances qui font un angle faible avec l'horizon, soit vers les pôles, soit vers l'équateur. On voit aussitôt, à l'inspection de la figure 1, que les directions du champ en A et en E partagent l'horizon en deux parties qui ont des déviations de sens contraire par le champ magnétique. Les protubérances placées dans les angles MaAD, MaEG, verticales ou tournées vers les pôles, doivent être entraînées dans le sens de la rotation; les autres, tour-

([1]) Une autre exception au sens général est fournie par les protubérances en forme d'anse, qui peuvent être l'image d'une portion d'hélice. A l'un des deux points de contact, l'ion s'éloigne de la chromosphère, et, à l'autre point, s'en rapproche. Les vitesses radiales en ces deux points doivent être en général opposées.

nées vers l'équateur, dans les angles MaAB, MaEF, sont déviées en sens contraire.

Il importait de vérifier cette conséquence théorique, et, avec l'aide de Burson, j'ai relevé les vitesses radiales de toutes les protubérances dirigées vers l'équateur de 1908 à 1912. On en a trouvé 83, de forme simple,

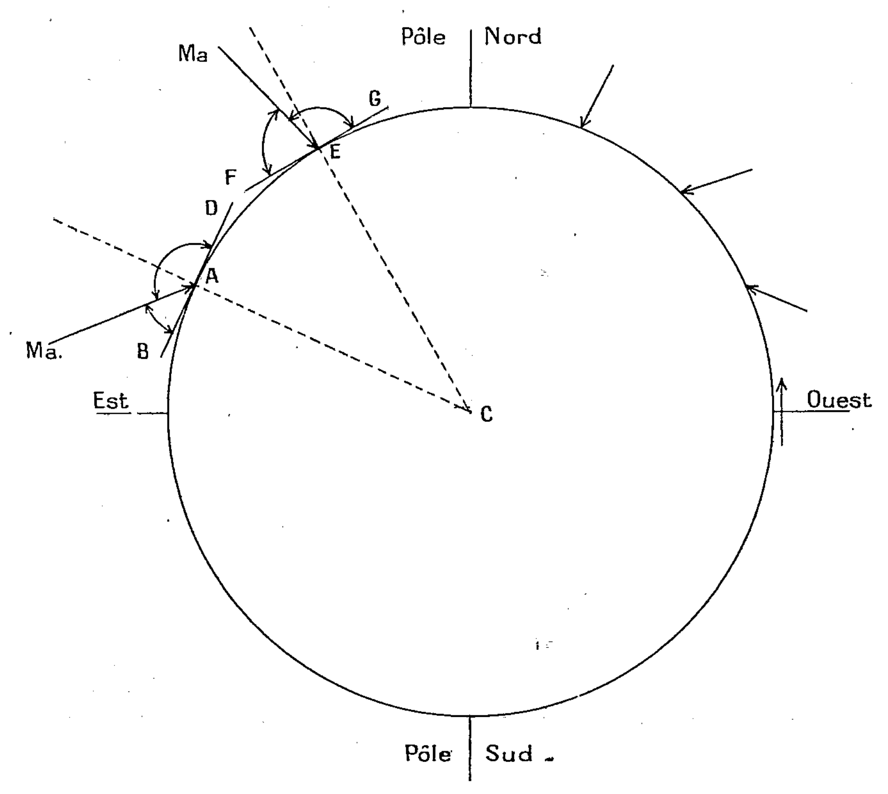


Fig. 1. — Directions du champ magnétique au bord du Soleil, dans le cas où ce champ est dû à la rotation de la charge électrique du Soleil, uniformément répartie. Le sens adopté pour ce champ est à dessein celui du champ magnétique de notre Terre; mais dans le Soleil, le sens du champ est très probablement opposé. Les angles MaAB, MaEF sont les angles d'inclinaison du champ terrestre, déterminés par la formule classique $\tan I = 2 \tan \lambda$, I étant l'inclinaison et λ la latitude.

qui sont nettes sur nos deux séries d'épreuves; or, 54 d'entre elles ont un mouvement inverse de la rotation, 17 un mouvement de même sens et 12 n'ont montré aucun mouvement. Les proportions sont encore à peu près les mêmes, si l'on compte seulement les protubérances comprises dans les angles d'inclinaison théorique MaAB, MaEF. La vérification est nette, surtout si l'on tient compte des causes secondaires signalées plus haut, qui agissent en sens inverse. Dès à présent, on peut dire : en général, les protu-

bérances verticales et dirigées vers les pôles, qui sont les plus nombreuses, sont, à la base, courbées dans le sens de la rotation; les protubérances dirigées vers l'équateur ou d'un angle d'inclinaison moindre que celui du champ sont courbées en sens inverse.

La direction et la latitude des protubérances sont donc à considérer, et elles seront notées dans les relevés des vitesses radiales, au bord solaire, que nous publierons prochainement, Burson et moi, pour les années postérieures à 1908. Cette étude, qui sera étendue à une période solaire entière, pourra donner les directions réelles approchées du champ magné-

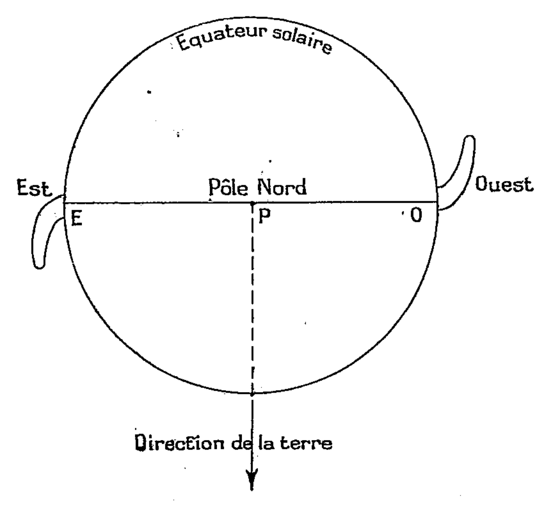


Fig. 2. — Aspect de deux protubérances, diamétralement opposées et voisines de l'équateur, pour un observateur placé très loin, le long de l'axe polaire du Soleil et au Nord. La ligne EPO est la projection du contour apparent de l'astre vu de la Terre. On rappelle que l'axe de rotation du Soleil est presque perpendiculaire à la ligne Soleil-Terre.

tique solaire et les différences avec le champ théorique, qui suppose une ionisation uniforme (¹). On en déduira des conséquences curieuses sur la répartition, probablement variable avec le temps, des charges électriques dans le Soleil.

2° Les astronomes solaires ont souvent signalé de belles protubérances, verticales et diamétralement opposées. La figure 2 représente l'aspect de

(¹) Les indications sur le champ magnétique sont d'autant meilleures que les protubérances sont plus nombreuses. On pourra étudier aussi à ce point de vue les pointes de la chromosphère qui sont de petites protubérances. Les variations, pendant la période solaire, peuvent s'étendre à la fois à la direction, à l'intensité et au sens du champ magnétique; le signe des charges électriques peut aussi changer, et tous ces points seront suivis et examinés avec soin.

ces protubérances supposées voisines de l'équateur et soumises à un champ magnétique faible, pour un observateur placé très loin sur l'axe polaire du Soleil projetée en P. L'aspect est celui d'une nébuleuse spirale qui aurait un gros noyau et des spires faibles, et il est favorable à la théorie des nébuleuses, que j'ai présentée en 1902 (*Comptes rendus*, t. 134, p. 1154 et 1436) et qui attribue la courbure de leurs spires à un champ magnétique ([1]).

Cependant la figure est surtout utile à ce qui va suivre. Revenons à l'observateur terrestre placé dans le plan de la figure; il ne distingue pas la courbure des protubérances, qui est cachée en projection, mais il subit indirectement son influence. La lumière reçue des protubérances traverse une épaisseur moindre de la couronne et est moins absorbée à l'Est qu'à l'Ouest; d'où peut-être la dissymétrie constatée entre les deux bords ([2]). Les protubérances relevées journellement sont, comme on sait, plus nombreuses à l'Est qu'à l'Ouest.

3° Les protubérances sont donc en général courbées dans le sens de la rotation, et il en résulte des variations spéciales de la vitesse radiale, lorsque la protubérance, entraînée par la rotation de l'Est à l'Ouest, se projette sur le disque. A l'Est et au centre il y a rapprochement vers la Terre, et donc déplacement de la raie spectrale vers le violet; mais, dans le voisinage du bord Ouest, la partie courbée s'éloigne fortement et doit entraîner le déplacement vers le rouge.

Mais comment la protubérance se manifeste-t-elle sur le disque? La question est délicate, car la protubérance au bord offre deux sortes de lumières, souvent nettement séparées, à savoir : une partie peu lumineuse, mais absorbante, qui émane d'un filament et doit être un gaz très détendu et refroidi, en état d'éruption, et d'autre part une partie brillante qui n'exerce aucune absorption sensible et correspond à une partie plutôt brillante du disque ([3]). En fait la partie peu lumineuse, qui au bord est

([1]) Ces considérations sont en accord avec une explication simple des étoiles temporaires que j'ai présentée cette année (*Comptes rendus*, t. 154, p. 1321), et avec leur transformation finale en nébuleuse. Elles s'accordent aussi avec une théorie plus générale qui, conformément aux idées de Kant, admet pour chaque étoile une oscillation perpétuelle de l'état d'étoile à celui de nébuleuse, et de l'état de nébuleuse à celui d'étoile.

([2]) L'absorption peut être surtout sélective et limitée à la raie K_3.

([3]) La partie brillante est comparable aux queues cométaires et doit être formée d'ions lumineux beaucoup plus nombreux par rapport aux autres atomes que dans un gaz ordinaire. Un pareil système a toute l'énergie qu'il peut détenir et donc ne peut absorber. La partie peu lumineuse aurait, par contre, les propriétés d'un gaz ordinaire.

sensible au champ magnétique, donne seule le filament sur le disque. Aussi, pour vérifier la conséquence signalée plus haut, j'ai relevé les déplacements spectraux des filaments sur nos épreuves du 2e semestre de 1908, en me bornant aux déplacements visibles à l'œil nu et donc notables. Les résultats sont résumés dans la figure 3 ci-dessous.

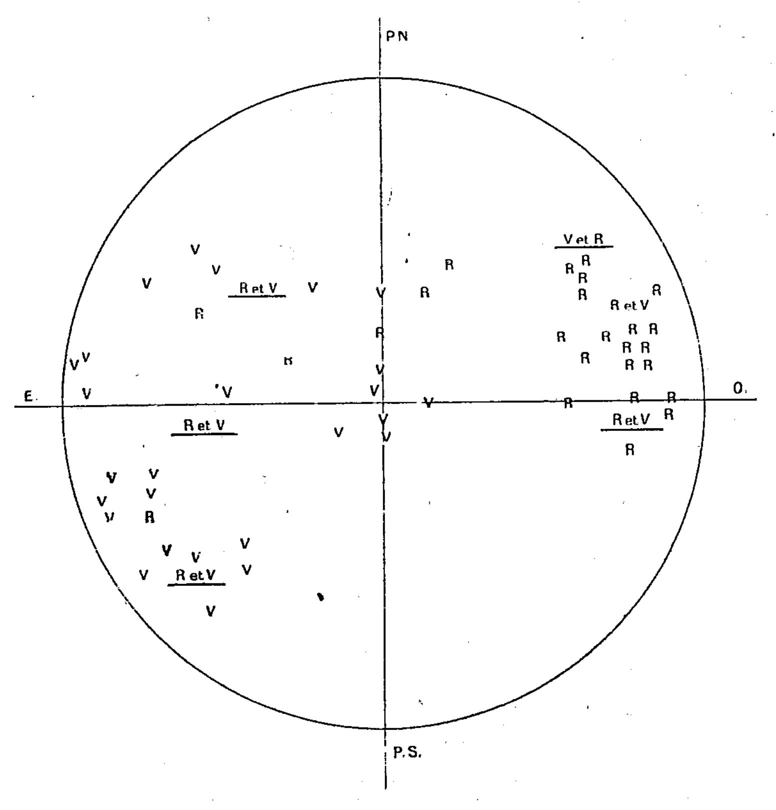


Fig. 3. — Tableau général des mouvements rapides de rapprochement ou d'éloignement par rapport à la Terre, manifestés à première vue par le déplacement spectral sur les filaments noirs de la couche supérieure, pendant le second semestre de 1908. La lettre V annonce un déplacement vers le violet et un rapprochement dans la direction de la Terre. La lettre R annonce un déplacement vers le rouge et un éloignement dans la direction de la Terre. Les lettres V et R ont été placées au point même où se trouve le milieu du filament. D'autre part, la partie Est du Soleil, en tournant, se rapproche de la Terre et la partie Ouest s'en éloigne; mais les rapprochements et éloignements signalés dans cette figure s'ajoutent en réalité à ceux que produit la rotation.

On constate que les filaments ouest sont en général déviés vers le rouge et les prévisions sont confirmées. Il faut aussi noter les filaments marqués V et R, et soulignés, qui ont cette particularité d'avoir un déplacement d'abord seulement vers le violet, puis, quelques minutes après, à la fois vers le violet et le rouge, et enfin vers le rouge seul. Ils correspondent aux

protubérances, assez rares d'ailleurs, qui comprennent plus d'un quart de spire ou d'une demi-spire de l'hélice imposée par le champ magnétique et qui offrent ainsi des alternances de rapprochement et d'éloignement par rapport à la Terre.

En résumé toutes les conséquences entraînées par le champ magnétique sont vérifiées dans les moindres détails, et il faut accepter comme certaine l'existence de ce champ général, analogue au champ terrestre, et en général beaucoup plus faible. Ce champ doit avoir avec le temps des variations d'intensité et de direction, variations locales ou générales et que l'on pourra suivre en multipliant les épreuves de vitesse radiale. L'enregistrement continu de ces vitesses, déjà réclamé en 1891 et 1893, devient nécessaire (¹).

Le champ magnétique solaire est révélé par les actions mutuelles de ce champ et des charges électriques, c'est-à-dire par la propriété fondamentale des champs magnétiques, de laquelle on peut déduire toutes les autres. D'autre part, les phénomènes solaires présentés à l'appui doivent se retrouver dans l'atmosphère terrestre qui, elle aussi, a un champ magnétique et des ions mobiles.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Formation du diméthylstyrolène en partant de l'alcool phényldiméthyléthylique.* Note de MM. **A. Haller** et **Édouard Bauer.**

Inconnu jusqu'à ce jour, l'alcool phényldiméthyléthylique

$$C^6H^5.C\begin{cases}CH^3\\CH^2OH\\CH^3\end{cases}$$

a été obtenu par réduction, au moyen du sodium et de l'alcool absolu, de la phényldiméthylacétamide. Cette dernière est un produit d'hydratation du phényldiméthylacétonitrile qui lui-même a été préparé au moyen du cyanure de benzyle, de l'amidure de sodium et de l'iodure de méthyle.

On sait par les recherches de Victor Meyer et de ses élèves (²) que, dans

(¹) Il faut organiser l'enregistreur rotatif décrit en 1891 et jusqu'ici ajourné; car il est difficile à construire et s'applique plutôt à la chromosphère extérieure. Mais un fait constant, reconnu depuis 1891, est que les grandes vitesses radiales sont la plupart au delà du bord. Le nouvel enregistreur relèvera mieux que les précédents les mouvements des protubérances et l'épaisseur variable de la chromosphère.

(²) V. Meyer, *Ann. der Chem. und Pharm.*, t. CCL, p. 123.

le cyanure de benzyle, on ne peut substituer qu'un atome d'hydrogène par un radical aliphatique, quand on traite ce nitrile par l'alcoolate de soude, ou de la soude pulvérisée, et un iodure $C^nH^{2n+1}I$. V. Meyer a même observé que, dans cette réaction, une partie seulement du nitrile est transformée en dérivé monoalcoylé.

L'emploi de l'amidure de sodium pulvérisé devait permettre de pousser l'alcoylation plus loin et d'obtenir des dérivés dialcoylés. Nos prévisions se sont trouvées justifiées et nous avions commencé cette étude, quand MM. Bodroux et Taboury [1] ont publié leur intéressante Note sur le même sujet.

Dans le travail présent, nous nous bornons donc à donner la préparation du cyanure de benzyle diméthylé que ces savants n'ont pas comprise dans leur étude.

Ce composé diméthylé avait déjà été obtenu par M. Wallach [2] en hydratant l'amide de l'acide phényldiméthylacétique, acide dont la synthèse a été réalisée au moyen de l'acide α-bromoisobutyrique, du benzène et du bromure d'aluminium.

Pour préparer ce nitrile nous avons sodé du cyanure de benzyle, dissous dans l'éther sec, au moyen de la quantité théorique d'amidure de sodium pulvérisé. Quand il ne se dégage plus d'ammoniaque, on ajoute au mélange 1^{mol} d'iodure de méthyle et, après avoir chauffé pendant 1 à 2 heures à l'ébullition, on laisse refroidir et l'on traite par de l'eau. On décante, on chasse l'éther et l'on rectifie sous pression réduite. On obtient un liquide qui bout à 115°-120° sous 19^{mm}-20^{mm}. Ce liquide est retraité, en milieu éthéré, par de l'amidure de sodium et de l'iodure de méthyle et, la réaction achevée, le produit est isolé à la manière ordinaire.

Le *cyanure de benzyle diméthylé* ou *phényldiméthylacétonitrile* constitue un liquide bouillant de 114° à 116° sous 20^{mm} (232 à la pression ordinaire suivant Wallach). Nous avons obtenu un rendement de près de 300^g en partant de 390^g de cyanure de benzyle.

Phényldiméthylacétamide $C^6H^5.C(CH^3)^2CONH^2$. — Préparée en hydratant le nitrile au bain-marie, au moyen de l'acide sulfurique à 85 pour 100, cette amide se présente sous la forme de paillettes blanches fondant à 160° (160-161 Wallach).

Chauffée à l'ébullition avec de l'acide sulfurique à 20 pour 100, ou traitée

(1) Bodroux et Taboury, *Comptes rendus*, t. 150, p. 131-132.

(2) Wallach, *Nachr. der Königl. Ges. Wiss. Göttingen*, 1899, Heft 2; *Chem. Centr. Bl.*, t. II, 1899, p. 1047.

par la quantité théorique d'azotite de soude et d'acide chlorhydrique, cette amide est convertie en *acide phényldiméthylacétique* $C^6H^5.C(CH^3)^2COOH$ qui cristallise au sein de l'alcool en prismes transparents fusibles à 80°-81° (77-78 Wallach; 80-81 Tiffeneau et Dorlencourt) (¹).

Alcool phényldiméthyléthylique primaire ou *2-phényl-2-méthylpropanol-1* $C^6H^5.C(CH^3)^2.CH^2OH$.

Cet alcool a été préparé en réduisant l'amide phényldiméthylacétique au moyen du sodium et de l'alcool absolu. Quand le dégagement d'ammoniaque a cessé, on distille la majeure partie de l'alcool et l'on étend le résidu d'eau. Le produit, qui se sépare en deux couches, est ensuite agité avec de l'éther, et la solution éthérée, qui renferme tout à la fois l'alcool cherché et une amine, est épuisée au moyen de l'acide chlorhydrique étendu pour enlever la base. Après cette séparation on chasse l'éther et le liquide résiduel est rectifié sous pression réduite. On obtient un liquide épais qui passe à 122°-123° sous 20^{mm}. Ce composé, dont la composition répond à la formule $C^{10}H^{14}O$, est l'alcool phényldiméthyléthylique cherché.

La *phényluréthane* $C^6H^5 - C(CH^3)^2 - CH^2 - O - \underset{|}{CO} - NH - C^6H^5$ forme des aiguilles blanches qui fondent à 59°-60°.

2-Phényl-2-méthyl-1-propylamine $C^6H^5 - C\begin{cases}CH^3\\CH^2NH^2\\CH^3\end{cases}$. — Cette amine, qu'on a séparée de l'alcool au moyen de l'acide chlorhydrique, prend accessoirement naissance dans la réduction de l'amide. Mise en liberté de son sel et rectifiée, elle constitue un liquide très alcalin, à odeur agréable et absorbant facilement l'acide carbonique de l'air.

Elle bout à 115°-116° sous 20^{mm} et fournit un chloroplatinate

$$[C^{10}H^{15}NHCl]^2PtCl^4$$

qui cristallise en fines aiguilles jaunes insolubles dans l'eau.

Cette amine avait déjà été signalée par Wallach (²) qui l'a obtenue par réduction du cyanure de benzyle diméthylé et qui la décrit comme une huile dont le chlorhydrate est soluble dans l'eau.

L'alcool phényldiméthyléthylique avait été préparé dans le but de le transformer en éther chlorhydrique qui devait nous servir à d'autres réactions. Or, quand on fait réagir le chlorure de thionyle, en léger excès, sur

---

(¹) Tiffeneau et Dorlencourt avaient préparé l'acide par oxydation de l'aldéhyde phényldiméthyléthylique (*Comptes rendus*, t. 143, p. 1244).

(²) WALLACH, *loc. cit.*

cet alcool, en présence ou non de pyridine, en maintenant la température au voisinage de 0°, on obtient un liquide qui, à la distillation, sous pression réduite, fournit : 1° une portion passant à 80° sous 20^{mm} et constituée par un carbure non saturé; 2° une fraction qui passe à 105°, à la même pression, et dont la composition répond à celle d'un dérivé chloré $C^{10}H^{13}Cl$.

2-Phényl-2-butène ou *diméthylstyrolène* $C^6H^5 - \overset{\overset{\displaystyle CH^3}{|}}{C} = CH.CH^3$. — Après plusieurs fractionnements et distillation sur du sodium, ce carbure passe à 80°-81° sous 20^{mm}. L'analyse lui assigne la formule brute $C^{10}H^{12}$.

Il fixe, à froid, 1^{mol} de brome et fournit par oxydation, au moyen du permanganate de potasse, de l'acétophénone, caractérisée par sa semicarbazone fondant à 201°, et de l'acide acétique.

Les réfractions moléculaires trouvées $M_\alpha = 44,60$ et $M_D = 45,64$ (pour $D_4^{25} = 0,8911$) répondent, à peu de choses près, à celles trouvées par Auwers et Eisenlohr ([1]), $M_\alpha = 44,80$ et $M_D = 45,20$, alors que la formule $C^{10}H^{12}|\overline{_4}$ exige $M_\alpha = 43,98$ et $M_D = 44,31$. Il y a donc une exaltation manifeste.

Toutes ces propriétés correspondent donc au carbure non saturé de la formule $C^6H^5.\overset{\overset{\displaystyle CH^3}{|}}{C} = CH.CH^3$ décrit pour la première fois par Klages ([2]), sous le nom de méthopropénylbenzène, puis par Tiffeneau ([3]), sous celui de phényl-2-butylène.

Chlorure $C^{10}H^{13}Cl$. — Comme nous l'avons indiqué plus haut, ce chlorure, après rectification répétée, distille à 104°-105° sous 20^{mm}. Il est très stable et résiste à l'action de la potasse alcoolique.

Chauffé avec l'acétate d'argent, il donne un acétate qui fournit par saponification un alcool distillant à 115°-117° sous 15^{mm} et dont la composition centésimale est la même que celle de l'alcool phényldiméthyléthylique dont on est parti pour préparer le chlorure.

Cet alcool est toutefois différent de ce dernier, car, traité par de l'isocyanate de phényle, il ne fournit pas la phényluréthane, fondant à 59°-60°.

---

(1) *J. pr. Chem.* 2e série, t. LXXXII, 1910, p. 65.

(2) *Ber. deut. chem. Ges.*, t. XXXV, 1902, p. 2641, 3507.

(3) *Ann. de Chim. et de Phys.* 8e série, t. X, p. 322.

Nous nous proposons de préparer les homologues supérieurs de notre alcool et de revenir à cette occasion sur ce chlorure.

En résumé nos recherches montrent :

1° Que le phényldiméthylacétonitrile, la phényldiméthylacétamide et l'acide phényldiméthylacétique ont des propriétés concordantes avec celles observées sur les mêmes corps obtenus par une méthode différente de celle employée par Wallach;

2° Que dans la réduction de la phényldiméthylacétamide, au moyen de l'alcool absolu et du sodium, on obtient de l'alcool phényldiméthyléthylique primaire, en même temps que la phényl-2-méthyl-2-propylamine-1, identique à l'amine préparée par Wallach, en réduisant le phényldiméthylacétonitrile ;

3° Que, soumis à l'action du chlorure de thionyle, le nouvel alcool fournit, indépendamment d'un chlorure, de constitution jusqu'à présent non déterminée, un carbure non saturé, le *phényl-2-butène-2* résultant, au cours de la réaction d'une transposition moléculaire avec départ d'acide chlorhydrique, du chlorure formé normalement

$$C^6H^5.C\begin{smallmatrix}\diagup CH^3\\ -CH^2OH\\ \diagdown CH^3\end{smallmatrix} \rightarrow C^6H^5.C\begin{smallmatrix}\diagup CH^3\\ -CH^2Cl\\ \diagdown CH^3\end{smallmatrix} \rightarrow C^6H^5.C\begin{smallmatrix}\diagup CH^3\\ =CH.CH^3.\end{smallmatrix}$$

On peut, dans une certaine mesure, assimiler cette transposition moléculaire à celle observée par MM. Blaise et Courtot ([1]) avec l'acide oxypivalique qui, par déshydratation, fournit de l'acide tiglique mélangé d'un peu de son stéréo-isomère, l'acide angélique.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire en la personne de M. *Paul Gordan*, Correspondant pour la Section de Géométrie, décédé le 21 décembre 1912.

([1]) Blaise et Courtot, *Comptes rendus*, t. 141, p. 724; *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXV, p. 360.

M. Guntz, élu Correspondant pour la Section de Chimie; M. Lehmann, élu Correspondant pour la Section de Minéralogie, adressent des remercîments à l'Académie.

M. le Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts invite l'Académie à lui faire connaître ceux de ses Membres qui pourraient faire partie de la délégation de son Département au *IVe Congrès international de Physiothérapie*, qui se tiendra à Berlin du 26 au 30 mars 1913.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Zum Problem der Vererbungsträger*, par F. Vejdovský.

2° *Experimental researches on the specific gravity and the displacement of some saline solutions*, par J.-Y. Buchanan.

3° *Geology and ore deposits of the Butte District, Montana*, par Walther Harvey Weed.

4° *Études de paléontologie tunisienne*. II : *Gastropodes et Lamellibranches des terrains crétacés*, par L. Pervinquière. (Présenté par M. H. Douvillé.)

5° *Catalogue des Oiseaux d'Europe*, par E.-L. Trouessart. (Présenté par M. Edmond Perrier.)

6° De Beurmann et Gougerot. *Les sporotrichoses*. (Présenté par M. Armand Gautier.)

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil faites à l'Observatoire de Lyon pendant le deuxième trimestre de* 1912. Note de M. **J. Guillaume**, présentée par M. B. Baillaud.

Il y a eu 72 jours d'observations dans ce trimestre et les principaux faits qu'on en déduit se résument ainsi :

Taches. — On a noté 7 groupes de taches avec une surface totale de 528 millionièmes, au lieu de 1 groupe et 72 millionièmes dans le trimestre précédent.

A part deux groupes peu importants qui ont paru dans l'hémisphère boréal, l'activité des taches est restée localisée dans l'hémisphère austral. Les latitudes moyennes de ces phénomènes ont été, dans ce trimestre, de $+7°$ et $-9°$.

Nous avons noté l'absence de taches dans 42 des jours d'observations, d'où il résulte un nombre proportionnel trimestriel de 0,58 au lieu de 0,85 précédemment.

Régions d'activité. — Pour un nombre de groupes moindre de $\frac{1}{8}$ (31 au lieu de 39), on a enregistré une surface totale des facules plus grandes d'un tiers (15,1 millièmes au lieu de 10,0).

Leur répartition entre chaque hémisphère est de 29 groupes au lieu de 30 au sud de l'Équateur, et de 2 au lieu de 9 au Nord

TABLEAU I. — *Taches.*

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		Avril 1912. — 0,82.			
8-14	3	8,2	−11		368
	22 j.		−11°		
		Mai. — 0,48.			
30-8	8	5,8	−11		10
11-13	2	15,4		+4	4
31	1	27,7	−8		12
		Mai (suite).			
26-29	4	31,8	−8		7
	27 j.		−9°,0	+4°	
		Juin. — 0,48.			
17-18	2	17,5		+10	8
17-28	12	23,0	−7		119
	23 j.		−7°	+10°	

TABLEAU II. — *Distribution des taches en latitude.*

1912.	Sud 90°. 40°.	30°.	20°.	10°.	0°.	Somme.	Nord Somme.	0°. 10°.	20°.	30°.	40°.	90°.	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Avril	»	»	»	1	»	1	»	»	»	»	»	»	1	368
Mai	»	»	»	1	2	3	1	1	»	»	»	»	4	33
Juin	»	»	»	»	1	1	1	1	»	»	»	»	2	127
Totaux	»	»	»	2	3	5	2	2	»	»	»	»	7	528

TABLEAU III. — *Distribution des facules en latitude.*

1912.	Sud 90°. 40°.	30°.	20°.	10°.	0°.	Somme.	Nord Somme.	0°. 10°.	20°.	30°.	40°.	90°.	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Avril	8	1	»	1	»	10	»	»	»	»	»	»	10	2,8
Mai	8	2	»	1	1	12	1	1	»	»	»	»	13	6,3
Juin	1	»	»	4	2	7	1	1	»	»	»	»	8	6,0
Totaux	17	3	»	6	3	29	2	2	»	»	»	»	31	15,1

ASTRONOMIE. — *Éléments de l'orbite de l'étoile variable* RR *Lion* (BD + 24°,2183). Note de M. **Luizet**, présentée par M. Baillaud.

L'étoile variable RR Lion est une Céphéide dont la courbe de lumière est *régulière* et très dissymétrique ; ses éclats extrêmes sont $9^m,1$ et $10^m,1$ et sa durée de période $P = 10^h 51^m 24^s,6$ (1).

Je vais appliquer à cette étoile la méthode que j'ai exposée récemment (2) pour déterminer les éléments orbitaux d'une Céphéide d'après sa courbe de lumière.

Soient n le moyen mouvement du corps lumineux en $\frac{1}{10}$ de jour ($n = 79°,58$); e l'excentricité de l'orbite relative décrite par ce corps autour de son compagnon invisible supposé fixe ; t_1 et t_2 les époques du maximum et du minimum d'éclat comptées à partir du périastre ; u_1 et u_2, v_1 et v_2 les anomalies excentriques et vraies correspondantes.

La *courbe d'éclat* de l'étoile, déduite de sa courbe de lumière à l'aide de la formule de Pogson, donne :

1° En prenant pour unité le $\frac{1}{10}$ de jour

$$t_2 - t_1 = 3,60, \qquad \text{d'où} \qquad n(t_2 - t_1) = 286°,5 ;$$

2° Les époques du passage au périastre et à l'apoastre comptées à partir du maximum d'éclat. Ces deux points sont en effet situés sur la courbe d'éclat à une distance l'un de l'autre égale à $\frac{P}{2} = 2,26$ et ont pour éclat : l'un $M - \varepsilon$, l'autre $m + \varepsilon$, M étant l'éclat maximum et m l'éclat minimum. Dans le cas actuel on trouve que les deux points ayant pour abscisses 2,18 et 4,44, et pour ordonnées $m + \varepsilon = 0,460$, $M - \varepsilon = 0,938$, remplissent ces conditions ; le premier est l'apoastre, le deuxième le périastre. On a donc

$$t_1 = 0,08, \qquad nt_1 = 6°,4;$$
$$t_2 = 3,68, \qquad nt_2 = 292°,9.$$

Et les valeurs de n_1, n_2 et e seront fournies par le système de trois

(1) Luizet, *Nouveaux éléments et courbe de lumière de l'étoile variable* RR *Lion* (*Bulletin astronomique*, décembre 1911, et *Astronomische Nachrichten*, n° 4532).

(2) Luizet, *Les Céphéides considérées comme étoiles doubles avec une monographie de l'étoile variable δ Céphée* (*Annales de l'Université de Lyon*, nouvelle série, fasc. 33).

équations :

$$(1)\qquad u_1 - \frac{e}{\sin 1''} \sin u_1 = 6^\circ,4,$$

$$(2)\qquad u_2 - \frac{e}{\sin 1''} \sin u_2 = 292^\circ,9,$$

$$(3)\qquad u_2 - u_1 - \sin(u_2 - u_1) = 286^\circ,5.$$

On obtient pour ces trois inconnues :

$$e = 0,670, \qquad u_1 = 17^\circ,5, \qquad u_2 = 255^\circ,8,$$

et par suite

$$v_1 = 38^\circ,2.$$

On a donc ainsi quatre des éléments orbitaux de RR Lion :

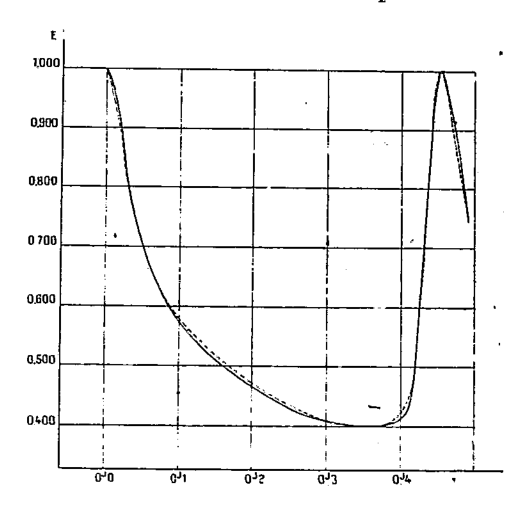
1° La durée de révolution, $P = 0^j,452368$;

2° L'excentricité, $e = 0,670$;

3° La longitude du périastre, comptée à partir du nœud qui correspond au maximum d'éclat, $\lambda = 321^\circ,8$;

4° L'époque du passage au périastre, comptée à partir du maximum d'éclat, $T = 0^j,444$.

Les deux autres éléments : l'inclinaison du plan de l'orbite sur le plan



tangent à la sphère céleste, et la longueur du demi-grand axe, ne peuvent pas être obtenues avec la courbe de lumière seule.

Comme vérification, j'ai calculé avec ces éléments la courbe d'éclat représentée en trait ponctué sur la figure ci-dessus, à l'aide de la formule

$$E = S + S' + (S - S') \cos(v_1 - v),$$

où E est l'éclat de l'étoile à un instant quelconque; $2S = 1,000$, l'éclat maximum; $2S' = 0,398$, l'éclat minimum, et v une anomalie vraie courante. On voit que cette courbe calculée s'écarte très peu de la courbe observée représentée par un trait plein.

Des 15 Céphéides dont j'ai actuellement calculé les éléments orbitaux, RR Lion est celle qui a la plus grande excentricité.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Influence de la coloration et de la grandeur dans les brusques variations d'éclat d'une image stellaire.* Note de M. **Ch. Gallissot**, présenté par M. Baillaud.

Dans une Note récente, j'ai successivement exposé l'intérêt qui s'attache à l'étude subjective des effets de la scintillation. Il me paraît nécessaire de revenir sur ce point.

Les déterminations des éclats en Photométrie stellaire sont faites le plus souvent soit à l'œil nu, soit à l'aide d'instruments de faibles ouvertures, c'est-à-dire dans des conditions où la scintillation peut être sensible. Résulte-t-il uniquement de ce fait une erreur sur des mesures qui se rapportent à des étoiles de grandeurs et de colorations différentes? Cette question paraît légitime devant les effets importants qu'ont les éclats intermittents sur la sensation lumineuse et qu'ont révélés les recherches aujourd'hui classiques de MM. Broca et Sulzer (1). D'après ces auteurs, en effet, « la sensation produite par une lumière brève passe par un maximum, si bien qu'un éclat bref suffisamment intense peut être estimé quatre à cinq fois plus grand que s'il était permanent et ce maximum, d'autant plus accentué que l'éclat est plus grand, affecte particulièrement les radiations bleues ».

Ayant en vue une application à la Photométrie stellaire et l'interprétation de certains résultats relatifs à la scintillation (2), j'ai repris les expériences de MM. Broca et Sulzer, mais dans le cas de points lumineux. MM. Broca et Sulzer ont opéré sur des plages et l'on sait combien les phénomènes de ce genre diffèrent qualitativement et quantitativement suivant le diamètre des plages envisagées et la région de la rétine impressionnée : ainsi l'effet du phénomène de Purkinje diminue avec le diamètre des plages observées (3) et change de sens quand on passe au cas de points lumineux (4). De plus, il

(1) André Broca et D. Sulzer, *Comptes rendus*, t. 134, p. 831; t. 137, p. 944, 977, 1046.
(2) *Comptes rendus*, t. 155, p. 1134.
(3) Macé de Lépinay et Nicati, *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXX.
(4) Gallissot, *Comptes rendus*, t. 150, p. 594.

était nécessaire de savoir exactement comment se comporte la perception, quand on augmente la fréquence des émissions et aussi quand on passe à la limite de visibilité.

Les mesures ont été effectuées en lumière blanche ainsi que dans trois régions du spectre sélectées au moyen d'écrans colorés. Le dispositif employé, les déterminations numériques seront publiés dans un travail actuellement en préparation. Je résume les résultats en spécifiant les conditions d'observation : les points lumineux comparés sont sur une même horizontale à une distance angulaire de 30′.

a. Lumières brèves, intervalle entre les émissions 4 à 5 secondes. — Les résultats au point de vue sens sont en complet accord avec ceux de MM. Broca et Sulzer, mais les maxima sont d'une détermination peu précise et moins nets.

b. Lumières brèves, intervalle entre les émissions 1 seconde. — Les pointés dans ce cas deviennent très concordants.

1° Un éclat bref est, dans ces conditions, presque toujours estimé plus faible que s'il était permanent; je n'ai retrouvé le maximum de MM. Broca et Sulzer que pour le bleu, pour des éclats intenses, et encore ne surpasse-t-il l'éclat permanent que de $\frac{1}{4}$ de sa valeur;

2° L'erreur de jugement pour une même durée d'apparition augmente quand l'éclat diminue, plus rapidement pour les radiations bleues que pour les radiations rouges. Il en résulte que deux points lumineux rouge et bleu, donnant l'impression d'égalité d'éclat lorsqu'ils sont permanents, peuvent être jugés en lumière brève, suivant la valeur de l'éclat initial et la durée d'émission : ou le bleu plus brillant, ou égaux, ou le bleu moins brillant. Il y a donc un éclat critique pour lequel le phénomène change de sens; ce sens se conserve jusqu'à la limite de visibilité que l'on peut atteindre en diminuant soit l'éclat initial, soit la durée d'émission.

c. Lumières brèves à la limite de visibilité. — MM. Blondel et Rey [1] ont établi par des considérations théoriques, et vérifié en lumière blanche sur des éclats ponctuels, qu'un éclat E observé par apparitions brèves donnera l'impression de l'éclat juste perceptible e_0 si la durée d'émission t satisfait à l'expression

$$(E - e_0)\,t = a e_0.$$

[1] *Comptes rendus*, t. 153, p. 54.

Les mesures effectuées par comparaison d'un éclat bref avec un éclat permanent juste perceptible peuvent se représenter, quelle que soit la nature des radiations, d'une façon satisfaisante à l'aide de cette loi. Le coefficient a varie suivant les radiations considérées et croît du rouge au bleu, fait qui confirme que le phénomène d'inversion signalé se manifeste jusqu'à la limite de visibilité.

d. L'augmentation de la fréquence paraît surtout avoir une influence sur la valeur de l'éclat critique dont nous avons parlé, si bien que le changement de sens se produit pour des éclats plus grands.

Mais les expériences relatées dans les paragraphes précédents se rapportent à des apparences bien éloignées de celles qu'offre la scintillation. J'ai cherché à me rapprocher des aspects de la scintillation stellaire, soit au moyen d'une série d'apparitions brèves de différentes durées et très voisines, soit en éclipsant partiellement et de quantité variable le faisceau lumineux servant à former le point observé. C'est la conclusion relative à ces dernières mesures effectuées dans des conditions variées que j'ai donnée dans ma Note du 2 décembre. Elle est assez différente de celle que l'on pourrait déduire des mesures sur les lumières brèves dans le cas de points lumineux.

J'ajouterai que, pour me placer d'une façon plus complète encore dans les conditions de la scintillation stellaire, j'ai réalisé dans la grande galerie de l'Observatoire de Lyon, le phénomène de la scintillation en troublant l'homogénéité de l'air traversé par le faisceau lumineux. Cette réalisation physique de la scintillation et de ses divers caractères par les perturbations mêmes apportées aux ondes lumineuses permet d'étudier quelques singularités que les expériences en cours permettront de préciser.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Le théorème de M. Picard et les fonctions algébroïdes*. Note de M. **Georges Rémoundos**, présentée par M. Émile Picard.

1. Dans une Note précédente (1) j'ai fait connaître un théorème général qui constitue une extension d'un théorème de M. Landau (2) (généralisa-

(1) *Le théorème de M. Picard et les fonctions multiformes* (*Comptes rendus*, 28 octobre 1912).

(2) *Ueber den Picardschen Satz* (*Vierteljahrsschrift der naturforschenden Gesellschaft in Zürich*, B. LI, 1906, p. 252-318).

tion du théorème classique de M. Picard) au cas d'une fonction non régulière en $z = 0$. L'application particulière de cette méthode aux fonctions algébroïdes et algébriques m'a conduit à d'autres résultats que je me propose de communiquer ici.

Nous donnerons d'abord la définition suivante : si nous considérons une fonction algébroïde $u = \mathrm{a}(z)$ définie par l'équation

$$(1) \qquad u^n + A_1(z)u^{n-1} + A_2(z)u^{n-2} + \ldots + A_{n-1}(z)u + A_n(z) = 0,$$

l'algébroïde $\mathrm{a}_1(z)$, définie par l'équation

$$(2) \qquad u^{n-1} + A_1(z)u^{n-2} + A_2(z)u^{n-3} + \ldots + A_{n-1}(z) = 0,$$

sera appelée *adjointe* à l'algébroïde donnée $\mathrm{a}(z)$. L'équation (2) se déduit de (1), si nous diminuons d'une unité tous les exposants de u, en supprimant le dernier terme $A_n(z)$.

Théorème I. — *Étant donnés n couples de nombres*

$$(a_1, b_1), \quad (a_2, b_2), \quad \ldots, \quad (a_{n-1}, b_{n-1}), \quad (a_n, b_n),$$

tels que les nombres

$$b_n, \quad \begin{vmatrix} a_1 & b_1 \\ a_n & b_n \end{vmatrix}, \quad \begin{vmatrix} a_2 & b_2 \\ a_n & b_n \end{vmatrix}, \quad \ldots, \quad \begin{vmatrix} a_{n-1} & b_{n-1} \\ a_n & b_n \end{vmatrix}$$

ne soient pas tous nuls, et un autre nombre u_1 différent des racines de l'équation

$$(3) \quad Q(u) = b_n u^{n-1} + \begin{vmatrix} a_1 & b_1 \\ a_n & b_n \end{vmatrix} u^{n-2} + \begin{vmatrix} a_2 & b_2 \\ a_n & b_n \end{vmatrix} u^{n-3} + \ldots + \begin{vmatrix} a_{n-1} & b_{n-1} \\ a_n & b_n \end{vmatrix} = 0,$$

il existe un nombre $R(n, u_1, a_1, b_1, a_2, b_2, \ldots, a_n, b_n)$, dépendant seulement des nombres donnés $n, u_1, a_1, b_1, a_2, b_2, \ldots, a_n, b_n$, tel que à l'intérieur du cercle

$$(4) \qquad |z| < R,$$

toute fonction algébroïde $u = \mathrm{a}(z)$ définie par une équation de la forme

$$(4) \quad u^n + (a_1 + b_1 z + \ldots)u^{n-1} + (a_2 + b_2 z + \ldots)u^{n-2} + \ldots + (a_n + b_n z + \ldots) = 0$$

jouisse de la propriété suivante : ou bien $\mathrm{a}(z)$ *prend au moins une fois l'une des valeurs* 0 *et u_1, ou bien son adjointe prend la valeur u_1. Les fonctions $a_1 + b_1 z + \ldots$, $a_2 + b_2 z + \ldots$, $\ldots$, $a_n + b_n z + \ldots$, sont entières et leurs coefficients non écrits peuvent être tout à fait quelconques.*

2. Il s'ensuit qu'il existe un nombre positif

$$\Phi(n, u_1, a_1, b_1, a_2, b_2, \ldots, a_n, b_n)$$

ayant des propriétés analogues à celles du nombre φ de M. Landau correspondant à un seul couple.

Si nous posons

$$P(u) = u^{n-1} + a_1 u^{n-2} + a_2 u^{n-3} + \ldots + a_{n-1},$$

et si $P(u_1) \neq 0$, la fonction Φ est déterminée par l'égalité suivante :

$$\Phi(n, u_1, a_1, b_1, a_2, b_2, \ldots, a_n b_n) = \varphi(\gamma_0, \gamma_1),$$

où

$$\gamma_0 = -\frac{\alpha_n}{u_1 P(u_1)}, \qquad \gamma_1 = -\frac{Q(u_1)}{u_1 [P(u_1)]^2} \neq 0.$$

La quantité $\varphi(\gamma_0, \gamma_1)$ de M. Landau est complètement déterminée par M. Carathéodory dans son travail : *Sur quelques généralisations du théorème de M. Picard* (*Comptes rendus*, t. 141, p. 1213-1215).

Si u_1 est une racine du polynome $P(u)$, le nombre Φ est égal à zéro, puisque, dans ce cas, l'adjointe de toute algébroïde (4) prend pour $z = 0$ la valeur u_1.

3. Pour les fonctions algébriques, j'ai établi un théorème où l'adjointe ne joue plus aucun rôle.

Théorème II. — *Étant donnée une fonction algébrique $u = g(z)$, définie par l'équation*

$$u^n + p_1(z) u^{n-1} + p_2(z) u^{n-2} + \ldots + p_{n-1}(z) u + p_n(z) = 0,$$

où

$$p_1(z) = a_1 + b_1 z + \ldots, \quad p_2(z) = a_2 + b_2 z + \ldots, \quad \ldots, \quad p_n(z) = a_n + b_n z + \ldots,$$

de degré m par rapport à z, telle que les coefficients $b_1, b_2, \ldots, b_{n-1}, b_n$ ne soient pas tous nuls, soit u_1 un nombre quelconque différent des racines de l'équation

$$b_1 u^{n-1} + b_2 u^{n-2} + \ldots + b_{n-1} u + b_n = 0,$$

il existe un cercle

$$|z| < R = R(n, m, u_1, a_1, b_1, a_2, b_2, \ldots, a_n, b_n)$$

dépendant seulement des degrés n et m et des $u_1, a_1, b_1, a_2, b_2, \ldots, a_n, b_n$ [et nullement des autres coefficients des polynomes $p_1(z), p_2(z), \ldots, p_n(z)$] à l'intérieur duquel la fonction algébrique donnée $u = g(z)$ prend au moins une fois la valeur u_1.

Cela entraîne aussi l'existence d'une fonction

$$\Phi(n, m, u_1, a_1, b_1, a_2, b_2, \ldots, a_n, b_n)$$

qui peut être déterminée à l'aide de la fonction φ de M. Landau.

4. Les théorèmes I et II, que nous venons d'énoncer, présentent un avantage intéressant : c'est que les points singuliers (points critiques) de la fonction considérée $u = a(z)$ ou $u = g(z)$ ne jouent aucun rôle; à ce point de vue, ces théorèmes constituent un complément du théorème de M. Landau, qui mérite d'attirer l'attention des mathématiciens.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur la détonation de la dynamite n° 1.* Note [1] de MM. **J. Taffanel** et **H. Dautriche**, présentée par M. Vieille.

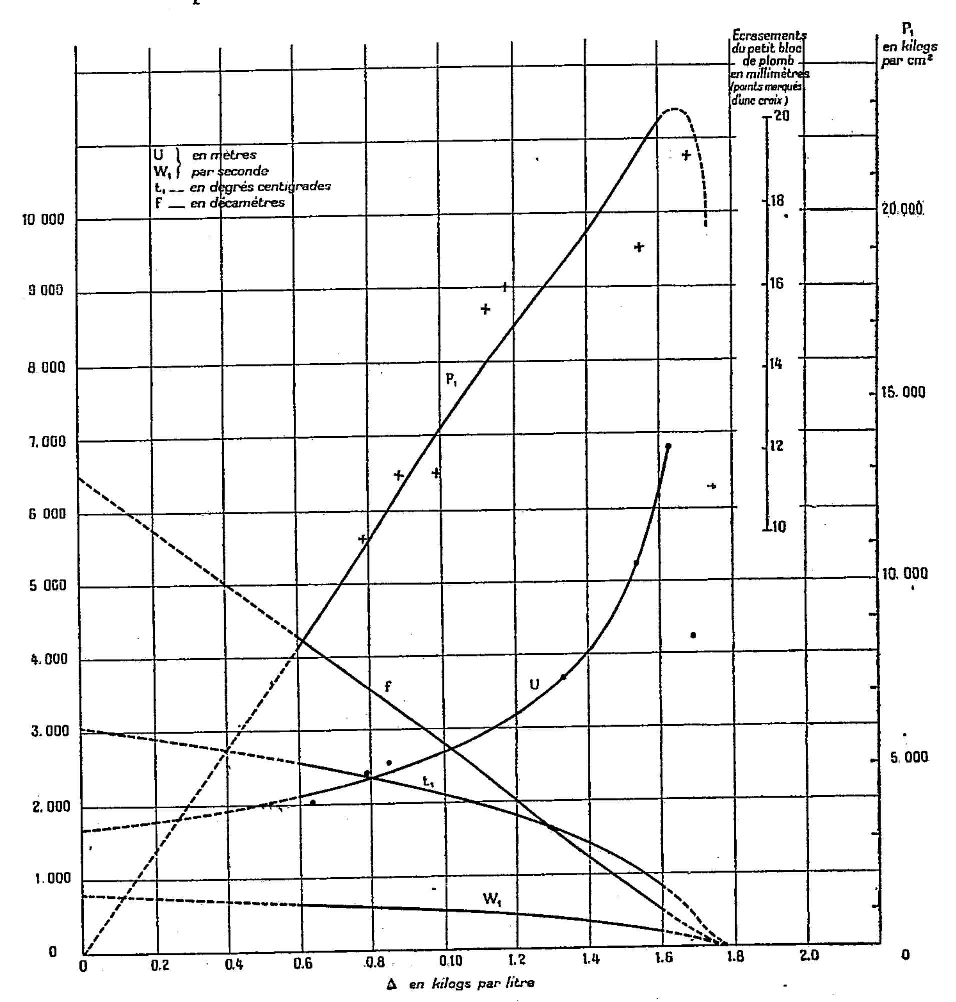
Nous avons appliqué à la dynamite n° 1 (75 pour 100 de nitroglycérine et 25 pour 100 de gühr) et en nous basant sur les vitesses précédemment mesurées par l'un de nous (*Comptes rendus*, 13 mai 1907), les formules données dans une précédente Note (*Comptes rendus*, 9 décembre 1912) sur la propagation de la détonation dans les solides. La courbe expérimentale (U, Δ) est figurée ci-après; on remarquera qu'elle rencontre l'axe des y vers le point $U = 1640^m$ obtenu en portant dans la formule (14) la valeur $f = 6500^{Dm}$, calculée d'après la formule classique de décomposition complète sous faible densité.

La discussion des formules montre qu'aux fortes densités, la décomposition de la nitroglycérine ne peut pas être complète derrière le front de l'onde. Il semble qu'on peut obtenir une représentation satisfaisante du phénomène en admettant qu'une fraction λ de nitroglycérine se décompose seule. f, α, γ et V_0 sont alors des fonctions de λ, faciles à calculer. Nous avons donc fait correspondre λ et Δ de telle sorte que la courbe théorique des U se confonde avec la courbe expérimentale. On obtient ainsi pour P_1, W_1, f et t_1 les valeurs représentées par le graphique ci-après, en fonction de Δ.

On remarquera que les pressions P_1 ainsi calculées varient à peu près suivant la même loi que les écrasements du bloc de plomb dont la mesure a été donnée dans la Note précitée du 13 mai 1907; la pression doit être en effet le facteur prédominant de ces écrasements.

(1) Présentée dans la séance du 23 décembre 1912.

Ainsi la pression explosive P_1 paraît donc être intimement liée à la notion pratique de brisance qu'il est malaisé de définir avec précision et qu'on estime souvent par l'écrasement de blocs de plomb. Elle a pour expression



générale, en fonction de la vitesse de détonation, de la densité et du covolume,

$$P = \frac{\Delta(1 - \alpha\Delta)U^2}{g(\gamma_1 + 1)},$$

γ_1 étant légèrement supérieur à l'unité.

MÉCANIQUE. — *Sur la résistance des sphères dans l'air en mouvement.* Note de M. G. **Eiffel**, présentée par M. H. Léauté.

Quoique les sphères soient les corps dont la forme géométrique est la plus simple, on est encore très peu fixé sur la résistance qu'elles offrent à l'air en mouvement.

En adoptant la formule habituelle $R = KSV^2$, dans laquelle R est la résistance totale, S la surface diamétrale, V la vitesse et K un coefficient numérique représentant la résistance unitaire, j'avais trouvé, à mon laboratoire du Champ-de-Mars, que la valeur de K est 0,011, chiffre voisin de celui qu'avait antérieurement obtenu le colonel Renard (0,0135). Le principal laboratoire aérodynamique allemand, celui de Göttingen, a attribué à ce coefficient une valeur deux fois et demie plus forte, en adoptant le chiffre 0,0275, à peu près égal à celui trouvé antérieurement par von Lössl. Il a, du reste, publié que celui que j'avais donné moi-même était une erreur manifeste de ma part et ne pouvait être que le résultat d'une faute de calcul. On va voir qu'il n'en est pas ainsi.

C'est cette affirmation qui m'a décidé à reprendre, à mon laboratoire d'Auteuil, les expériences sur les sphères, commencées dès juillet dernier. C'est leur résultat qui fait l'objet de cette Note.

Les essais effectués avec une balance spéciale, plus sensible que notre balance habituelle, ont porté sur trois sphères ayant pour diamètre $0^m,16$, $0^m,25$ et $0^m,33$, et placées dans un vent dont la vitesse variait de 2^m à 30^m par seconde.

Les valeurs du coefficient K, déterminées pour chacune des sphères à différentes vitesses, sont représentées par les courbes de la première figure. Ces valeurs sont fortes aux petites vitesses et décroissent rapidement quand la vitesse augmente ; à partir d'une certaine vitesse, elles restent à peu près constantes et deviennent alors très voisines du coefficient 0,011 que j'avais donné. La vitesse critique varie d'ailleurs avec le diamètre de la sphère et diminue quand ce diamètre augmente. Pour la sphère de 16^{cm}, elle est d'environ 12^m; elle tombe à 7^m pour la sphère de 24^{cm} et à 4^m pour celle de 33^{cm}. Aux vitesses inférieures à la vitesse critique, les coefficients diffèrent peu de ceux indiqués par le laboratoire de Göttingen. S'il n'a pas trouvé la valeur que j'avais indiquée, c'est tout simplement parce qu'il lui était impossible d'opérer à une vitesse supérieure à celle de 10^m. Cet exemple montre bien la nécessité d'expérimenter, non seulement dans un courant d'air de grand diamètre, mais aussi à de grandes vitesses, lesquelles peuvent déceler de nouvelles phases dans les phénomènes.

Les courbes des valeurs du coefficient K, ainsi que les courbes de la résistance elle-même, qui sont données dans la seconde figure, sont très imprévues. Elles montrent que :

1° La loi du carré de la vitesse ne s'applique nettement que pour les

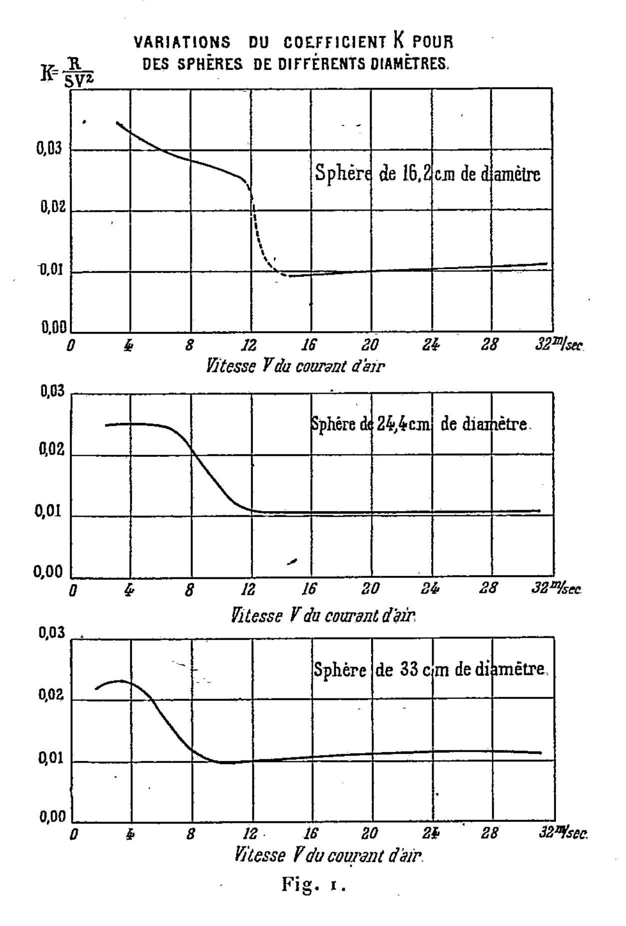


Fig. 1.

vitesses supérieures à la vitesse critique, et ce n'est qu'au delà de celle-ci qu'elle est à la rigueur applicable, en donnant le coefficient à peu près constant 0,01;

2° La loi de similitude n'est pas toujours vraie; en effet, les trois sphères donnent des vitesses critiques tout à fait différentes;

3° Si l'on considère la résistance totale, on voit très nettement, pour la petite sphère surtout, qu'il y a une région où, quand le vent augmente, l'effort diminue, ce qui semble tout à fait paradoxal.

J'ai vérifié ces diverses conclusions en suspendant les sphères par des fils

très fins et en observant leur déplacement par rapport à la verticale au moyen d'une lunette spéciale.

On peut se rendre compte de ces anomalies et constater qu'il existe bien deux régimes d'écoulement, en examinant la marche des filets autour de la sphère à l'aide d'un fil léger porté par une tige très mince. Au-dessous de la

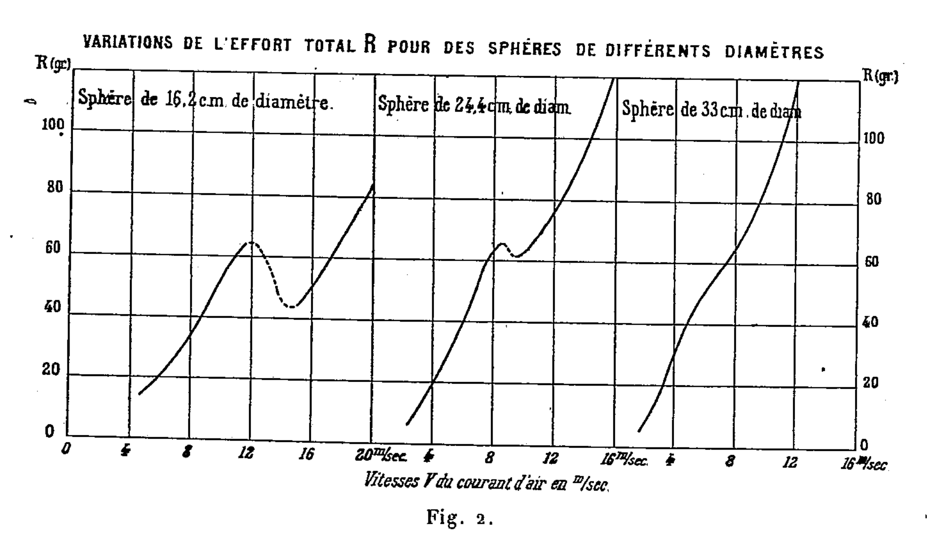


Fig. 2.

vitesse critique, il se forme à l'arrière un cône de dépressions, d'une longueur presque égale au diamètre de la sphère, et analogue à celui qui se produit à l'arrière des plaques frappées normalement par le vent. Au-dessus de cette vitesse critique, existe le nouveau régime pour lequel ce cône a disparu et se trouve remplacé par une région où l'air n'est relativement pas troublé.

Indépendamment de leur intérêt théorique, les considérations qui précèdent ont des applications dans la pratique. En effet, les sphères, fonctionnant à l'état de pendule, sont employées dans de nombreux appareils destinés à mesurer soit la vitesse du vent, soit celle même des aéroplanes.

AÉRONAUTIQUE. — *Nouvelle méthode de conduite des aéroplanes par leur moteur.* Note [1] de M. **René Arnoux**, présentée par M. L. Lecornu.

Lorsqu'on examine la statistique des deux cents et quelques accidents mortels qui se sont produits dans ces dernières années, on constate que les

(1) Présentée dans la séance du 18 novembre 1912.

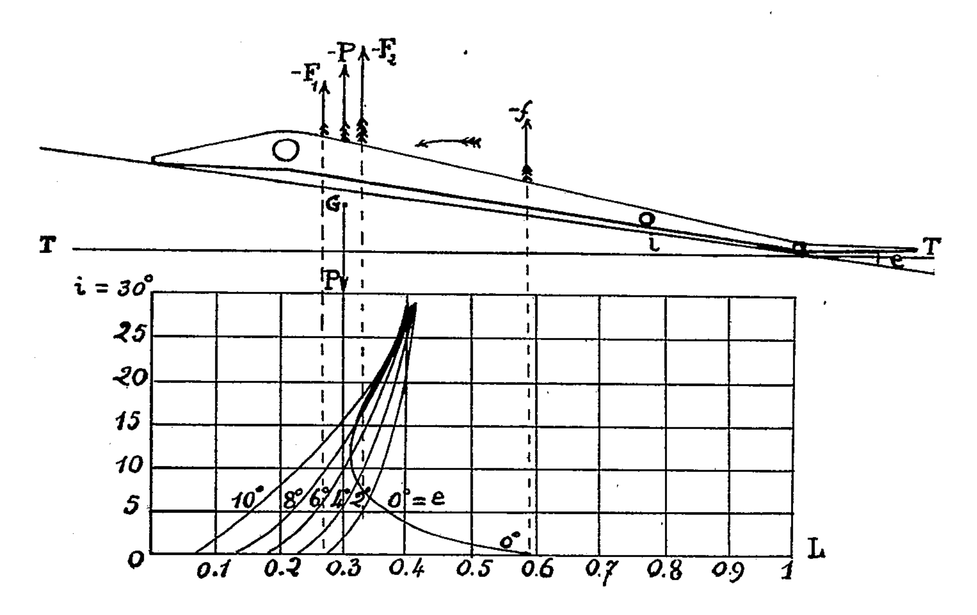
accidents par perte de vitesse atteignent à peine un dixième, tandis que ceux par *apiquage* ou *capotage* des appareils s'élèvent à plus des deux tiers du total. Il convient donc de rechercher la cause de ce dernier genre d'accident et d'examiner s'il est possible de supprimer celle-ci. C'est le but de la présente Note.

Tout d'abord nous allons mettre en évidence ce fait que l'*apiquage* d'un aéroplane est dû à l'annulation brusque de l'angle d'incidence ou d'attaque de ses surfaces portantes et que cette annulation est elle-même la conséquence d'une manœuvre exagérée ou à contresens du gouvernail de profondeur produite par l'aviateur. Pour cela examinons les diagrammes obtenus expérimentalement par nous sur une surface réduite géométriquement semblable à celles utilisées dans un système d'aéroplane sans queue ni gauchissement et dont nous aurons occasion d'entretenir ultérieurement l'Académie.

Lorsqu'une surface O*o* comme celle représentée en projection en haut de la figure est frappée obliquement par un flux d'air, la résultante F, normale à la trajectoire TT, des réactions développées sur celle-ci subit, en fonction de l'incidence i du flux d'air et par rapport au bord d'attaque, une loi de déplacement qui est toujours la même pour chaque valeur donnée à l'angle d'*empennage* e formé par le gouvernail de profondeur T avec la corde sous-tendant la surface portante. Pour toutes les valeurs égales ou supérieures à 2°, on obtient les courbes (2° — 4° — 6° — 8° — 10°) de déplacement (dans la *profondeur* OL de la surface) de la *ligne de force résultante* des réactions de l'air exercées perpendiculairement à la trajectoire TT et pour $e = 0°$ on obtient la courbe d'allure complètement différente 0° — 0° de sorte que, par un abaissement angulaire de 2° seulement du gouvernail de profondeur, on passe brusquement de la courbe 2° à la courbe 0°. C'est dans cette transformation rapide et profonde de la courbe de déplacement de la ligne de poussée de l'air que réside la cause de l'apiquage des aéroplanes.

En effet lorsqu'un aéroplane de poids P et de centre de gravité G progresse horizontalement, par exemple, à travers l'atmosphère, ses surfaces portantes prennent par rapport à la trajectoire TT une position angulaire i telle que la résultante des réactions de l'air exercées perpendiculairement à cette trajectoire est égale et directement opposée à P. Pour que cette égalité subsiste, il faut non seulement que les surfaces restent en *équilibre angulaire* sur leur trajectoire, mais de plus que cet équilibre soit *stable*, c'est-à-dire que, si l'angle i vient à varier pour une cause quelconque, il se pro-

duise un couple (P — F), ramenant ou tendant à ramener les surfaces portantes à leur position angulaire primitive. En d'autres termes, il faut que la réaction de l'air se porte *en avant* de la verticale passant par le centre de gravité si l'incidence *i diminue* et *en arrière* si cette incidence *augmente*. Or les courbes de la figure montrent que cette stabilité ne pourra être conser-



vée par l'aviateur que s'il manœuvre son gouvernail de profondeur, de façon que l'angle *d'empennage e* ne puisse jamais être inférieur à une certaine valeur critique qui est ici de 2°, sinon l'équilibre angulaire de son appareil passera brusquement de la courbe de *stabilité* 2° à la courbe *d'instabilité* 0° et la catastrophe par *apiquage* se produira infailliblement.

Dès lors il est bien évident que pour s'opposer à cette manœuvre dangereuse du gouvernail de profondeur, il n'y a qu'un moyen, c'est de munir celui-ci d'une butée *inférieure* s'opposant seulement à son abaissement au-dessous d'une certaine position critique.

Mais alors la conséquence de l'emploi de cette butée inférieure est la suivante : Si, comme l'indique la figure, le centre de gravité de l'aéroplane est placé à une distance du bord d'attaque des surfaces égale à 0,3 de leur profondeur, l'angle d'incidence *i* ne pourra jamais descendre au-dessous de 6° environ pour un angle d'empennage de 4° et si cette incidence correspond à l'ascension franche de l'appareil sous l'action propulsive maximum de son moteur-hélice, il faudra, pour l'empêcher de monter ou pour le faire

descendre, agir sur l'autre facteur variable de sa sustentation, le facteur vitesse de translation par rapport à l'air ambiant.

On sait en effet que la force de sustentation d'un aéroplane est régie par l'équation

$$F = KS.V^2 f(i),$$

dans laquelle K et S sont deux facteurs constants caractéristiques de la forme et de la grandeur de ses surfaces portantes, V^2 et $f(i)$ deux fonctions de la vitesse relative de translation et de l'angle d'incidence ou d'attaque. Cette dernière fonction est assez complexe, mais dans les limites de la pratique elle est toujours croissante et décroissante avec i. De la variation de ces deux derniers facteurs découlent deux méthodes de conduite des aéroplanes.

L'une, la méthode actuelle, consiste à assurer la constance de V par la constance de la puissance propulsive et à agir sur le gouvernail de profondeur de façon à compenser par des variations *inverses* de l'angle d'attaque les variations de V dues soit aux remous de l'atmosphère, soit aux variations de puissance propulsive du moteur-hélice.

L'autre est la méthode que nous préconisons ici et qui consiste à caler le gonvernail de profondeur par une butée *inférieure*, ce qui a pour conséquence de rendre *constant l'angle d'attaque minimum* de l'aéroplane, puis à compenser par des variations inverses de la puissance propulsive les variations de V dues soit aux défaillances ou suractivités momentanées du moteur, soit aux remous de l'atmosphère.

Immédiatement applicable à tous les appareils actuels moyennant des modifications insignifiantes ([1]), la nouvelle méthode aura pour avantage, en rendant leur capotage absolument impossible, de réduire dans la proportion de 3 à 1 les accidents mortels d'aéroplanes.

AÉRONAUTIQUE. — *Sur un mode d'attaque cycloïdale de l'air.* Note ([1]) de M. **Gustave Plaisant**, présentée par M. J. Violle.

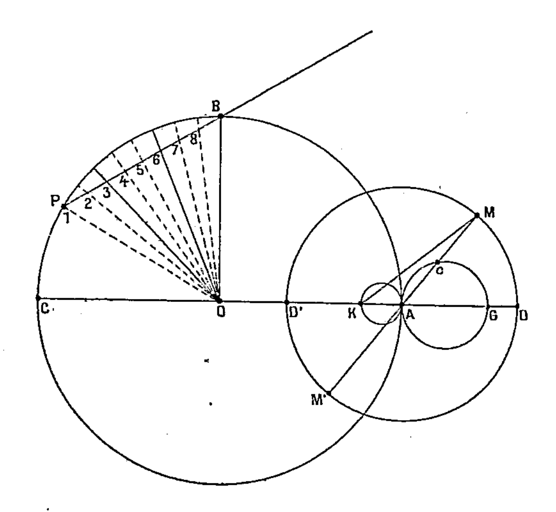
Notre procédé consiste à faire tourner des hélices à l'extrémité de bras animés d'un mouvement de rotation.

([1]) Il existe actuellement des carburateurs permettant, par variation de l'admission des gaz au moteur, de faire varier de 10^{km} à 150^{km} la vitesse à l'heure d'une voiture de course.

([1]) Présentée dans la séance du 23 décembre 1912.

On démontre facilement, en appelant ω la vitesse angulaire du bras tournant, α celle du satellite et n leur rapport ($\alpha = n\omega$), que :

Il existe, sur le bras tournant OA [1] et à la distance $\frac{OA}{n+1}$ du centre A du satellite, un point fixe tel que la vitesse absolue d'un élément M de la



surface du satellite est perpendiculaire à KM, égale à $(n+1)$KMω, variant ainsi périodiquement ;

L'inclinaison de la pale dans le plan de la vitesse absolue varie périodiquement ;

La zone de mauvais travail, c'est-à-dire dans laquelle les pales travaillent par leur dos, est le cercle décrit sur AK comme diamètre, cercle qui se réduit au moyeu de l'hélice et à son raccordement dès que n prend les valeurs de 4 ou 5 ;

La somme des pressions sur deux éléments symétriques d'un satellite supposé réduit à une hélice étroite et de faible inclinaison est constante pendant toute la rotation ;

Le centre de pression résultant C décrit sur le satellite le cercle de diamètre AG à une vitesse double de la vitesse angulaire du satellite.

Enfin pour une hélice animée d'une vitesse de translation V, la distance AK devient égale à $\frac{V}{\alpha}$, les autres propriétés restant les mêmes.

---

[1] La figure s'applique au cas où n est positif, c'est-à-dire où le satellite tourne dans le même sens que le bras tournant (mouvement cycloïdal positif). Dans les mouvements cycloïdaux négatifs, les propriétés restent les mêmes, mais les points K et G changent de côté par rapport au point A.

Les réactions de l'inertie sont proportionnelles, pour une même masse du satellite passant en D ou en D' dans les mouvements cycloïdaux positifs et négatifs, aux quantités

$$[(n+1)^2R+D]\omega^2,$$
$$[(n+1)^2R-D]\omega^2,$$
$$[(n-1)^2R+D]\omega^2,$$
$$[(n-1)^2R-D]\omega^2,$$

D étant la longueur du bras tournant OA et R le rayon du satellite AD.

Pour étudier la sécurité, il suffira de comparer ces quantités à la réaction de l'inertie dans le dispositif circulaire $R\alpha^2 = n^2 R\omega^2$.

Les expériences ont été faites au Conservatoire des Arts et Métiers.

Le Tableau ci-dessous permet la comparaison de la traction unitaire et de la sécurité obtenues avec différentes hélices animées soit d'un mouvement circulaire, soit d'un mouvement cycloïdal, dans deux appareils dont les bras tournants avaient pour le premier $0^m,90$ et pour le second $0^m,50$ de longueur. Il démontre que notre système prend d'autant plus d'avantages sur le dispositif circulaire que la traction est plus grande.

Appareil n° 1. — Hélices : pas 1^m; rayon $0^m,65$.

Traction en kilogrammes.	Traction unitaire.		Danger.	
	1 hélice, mouvement circulaire.	2 hélices, mouvement cycloïdal $n=+3$.	1 hélice, mouvement circulaire.	2 hélices, mouvement cycloïdal $n=+3$.
6.......	»	»	»	»
10.......	10	»	2,2	»
12.......	»	»	»	»
15.......	»	»	»	»
20.......	6,6	»	5,6	»
30.......	5,1	»	8,4	»
40.......	4,8	»	10,5	»
50.......	4,4	»	13,0	»
60.......	4,0	»	15,5	»
70.......	3,5	»	20,0	»
80.......	3,0	»	23,4	»
130.......	»	5,2	»	11,8

Appareil n° 2.

Traction en kilogr.	Hélices : pas $0^m,75$; rayon $0^m,45$. Traction unitaire. 1 hélice, mouvement circulaire.	2 hélices, mouvement cycloïdal $n = +4$.	Danger. 1 hélice, mouvement circulaire.	2 hélices, mouvement cycloïdal $n = +4$.	Hélices détordues : pas 2^m ; rayon $0^m,45$. Traction unitaire. 1 hélice, mouvement circulaire.	2 hélices, mouvement cycloïdal $n = +4$.	Danger. 1 hélice, mouvement circulaire.	2 hélices, mouvement cycloïdal $n = +4$.
6.....	6,5	»	4,2	»	5,5	»	3,7	»
10.....	6,2	6,1	5,8	3,4	5,2	6,3	5,4	2,9
12.....	»	»	»	»	4,4	»	6,7	»
15.....	4,6	5,8	9,8	5,0	4,1	5,1	8,1	4,6
20.....	»	5,0	»	6,9	»	4,7	»	6,1

Pour expliquer la différence des résultats obtenus dans ces deux modes d'attaque, j'ai été amené à étudier les réactions qui se produisent aux environs du cercle décrit par les moyeux.

En comparant les réactions produites en un point fixe P par les passages successifs de diverses portions du satellite BP avec celles produites au point fixe C par ceux de l'extrémité du même satellite tournant circulairement autour de O, on voit qu'à chaque demi-tour le point C est soumis à une action proportionnelle à n^2 et le point P à une série d'actions décroissantes de $(n+1)^2$ à 0, puis croissantes de nouveau jusqu'à $(n+1)^2$. Mais les réactions au point C ne sont pas soutenues à l'extérieur et par conséquent se diffusent. Au contraire, les réactions au point P ne peuvent se diffuser, car les points voisins sont soumis à des réactions presque égales. Il se produit ainsi une onde circulaire accompagnant les bras tournants et dont le profil radial croît depuis la périphérie jusqu'au moyeu pour décroître légèrement jusqu'au centre où les réactions de deux satellites symétriques viennent se consolider mutuellement.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur les potentiels d'un volume attirant dont la densité satisfait à l'équation de Laplace.* Note de M. A. **Korn**, présentée par M. Émile Picard.

J'ai démontré, en 1906 [1], quelques propriétés des potentiels

$$V = \int_i \theta \frac{d\tau}{r}, \tag{1}$$

[1] A. Korn, *Sitzungsber. der Bayer. Akad. d. Wissensch.*, t. XXXVI, 1906, p. 3; *Comptes rendus*, t. 142, 1906, p. 199; t. 143, 1906, p. 672; *cf.* aussi T. Boggio, *Rendi-*

où l'intégrale doit être étendue sur tous les éléments $d\tau\,(\xi, \eta, \zeta)$ d'une sphère (R), r représentant la distance d'un point variable (x, y, z) de $d\tau$ et θ une fonction harmonique de l'intérieur i de la sphère satisfaisant à une condition de Lipschitz (¹) [on suppose que l'on a pour deux points quelconque (ξ_1, η_1, ζ_1) et (ξ_2, η_2, ζ_2) de i, dont la distance est r_{12}

$$(2)\qquad |\theta(\xi_2, \eta_2, \xi_2) - \theta(\xi_1, \eta_1, \zeta_1)| \lesseqgtr C r_{12}^{\lambda},$$

où C représente une constante finie et λ un nombre positif >0].

Les formules principales, qui sont d'une assez grande importance pour la théorie générale de l'élasticité, étaient les suivantes :

$$(3)\qquad \frac{\partial V}{\partial n} = \frac{1}{2}\int_S \theta \frac{ds}{r} - \frac{1}{2R}V,$$

$$(4)\qquad \left\{\begin{aligned} \left|\frac{\partial^2 V}{\partial n^2}\right|_e &= \frac{1}{2}\left|\frac{\partial}{\partial n}\int_S \theta\frac{ds}{r}\right|_e - \frac{1}{2R}\frac{\partial V}{\partial n},\\ &= \pi\theta + \frac{1}{4R}\int_S \theta\frac{ds}{r} - \frac{1}{2R}\frac{\partial V}{\partial n},\\ &= \pi\theta + \frac{1}{4R^2}V,\end{aligned}\right.$$

où je désigne par n la normale intérieure (²) de la sphère dans le point (x, y, z) de la surface S.

On peut donner à ces formules une forme symétrique par rapport aux axes des x, y, z. On peut démontrer à l'aide de la théorie des fonctions de Laplace les trois formules suivantes :

$$(5)\qquad \left\{\begin{aligned} \left|\frac{\partial^2 V}{\partial x\,\partial n} - \frac{1}{2}\frac{\partial}{\partial x}\int_S \theta\frac{ds}{r}\right|_e &= \frac{1}{2R}\left(\frac{\partial V}{\partial x} - 2\cos(n x)\frac{\partial V}{\partial n}\right),\\ \left|\frac{\partial^2 V}{\partial y\,\partial n} - \frac{1}{2}\frac{\partial}{\partial y}\int_S \theta\frac{ds}{r}\right|_e &= \frac{1}{2R}\left(\frac{\partial V}{\partial y} - 2\cos(n y)\frac{\partial V}{\partial n}\right),\\ \left|\frac{\partial^2 V}{\partial z\,\partial n} - \frac{1}{2}\frac{\partial}{\partial z}\int_S \theta\frac{ds}{r}\right|_e &= \frac{1}{2R}\left(\frac{\partial V}{\partial z} - 2\cos(n z)\frac{\partial V}{\partial n}\right).\end{aligned}\right.$$

---

conti del Circ. mat. di Palermo, t. XXII, 1906; *Comptes rendus*, t. 144, 1907, p. 67.

(¹) Cette condition est remplie dans tout le domaine intérieur, si elle est supposée vraie à la surface [théorème fondamental sur les fonctions harmoniques satisfaisant à une condition de Lipschitz que j'ai démontrée dans mon Mémoire *Sur les équations de l'élasticité* (*Annales de l'École Normale supérieure*, 3e série, t. XXIV, 1907, p. 9)].

(²) C'est ainsi que doivent s'écrire les formules (4) et (5) de ma Note dans les *Comptes rendus*, t. 143, 1906, p. 672, si n désigne la normale intérieure.

où nous désignons toujours par $\frac{\partial^2 V}{\partial x \partial n}, \dots$ les expressions

$$(6) \qquad \frac{\partial^2 V}{\partial x \partial n} = \frac{\partial^2 V}{\partial x^2}\cos(nx) + \frac{\partial^2 V}{\partial x \partial y}\cos(ny) + \frac{\partial^2 V}{\partial x \partial z}\cos(nz),$$

comme nous désignons toujours par $\frac{\partial^2 V}{\partial n^2}$ l'expression

$$(7) \qquad \frac{\partial^2 V}{\partial n^2} = \frac{\partial^2 V}{\partial x^2}\cos^2(nx) + \ldots + 2\frac{\partial^2 V}{\partial y \partial z}\cos(ny)\cos(nz) + \ldots,$$

et par l'indice e la valeur de l'expression du côté extérieur de la surface. On déduit de ces formules facilement les propriétés spéciales de la fonction

$$(8) \qquad \theta - \frac{1}{\pi}\left|\frac{\partial^2 V}{\partial n^2}\right|_e,$$

et des trois fonctions

$$(9) \qquad \left\{\begin{array}{l} \frac{\partial^2 V_1}{\partial x \partial n}\cos(nx) + \frac{\partial^2 V_2}{\partial x \partial n}\cos(ny) + \frac{\partial^2 V_3}{\partial x \partial n}\cos(nz) \\ \quad - \frac{1}{2}\frac{\partial}{\partial x}\int_S [\theta_1\cos(\nu x) + \theta_2\cos(\nu y) + \theta_3\cos(\nu z)]\frac{ds}{r}, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{array}\right.$$

si nous posons

$$(10) \qquad V_j = \int_i \theta_j \frac{d\tau}{r} \qquad (j = 1, 2, 3),$$

θ_1, θ_2, θ_3 étant trois fonctions harmoniques de l'intérieur de la sphère satisfaisant à une condition de Lipschitz. Je n'insisterai pas ici sur le rôle important que ces fonctions jouent dans la solution des deux premiers problèmes aux limites dans la théorie générale de l'élasticité.

ÉLECTRO-OPTIQUE. — *Nouvelles observations relatives au phénomène de Zeeman dans le spectre de l'hydrogène.* Note de M. F. **Croze**, présentée par M. Lippmann.

Dans une Note présentée à l'Académie, le 28 mai 1912 (¹), j'ai donné les mesures des séparations magnétiques des raies H_α, H_β, H_γ de l'hydrogène.

(¹) *Comptes rendus*, t. 154, 1912, p. 1410-1411.

Ces mesures, faites sur des doublets obtenus dans un champ magnétique de 24000 gauss environ et en utilisant le troisième ordre d'un niveau de $3^m,1$ de rayon, m'ont amené à cette conclusion que chacune de ces trois raies de la série de l'hydrogène donne un *triplet pur d'écart normal.*

J'ai depuis étendu mes recherches à la raie H_δ et vérifié mes premiers résultats sur les trois premières raies, en utilisant, d'ailleurs, le même dispositif. La discussion des mesures relatives à la détermination de la valeur du champ m'a amené à admettre la valeur 24148 gauss pour ma première série et 24122 gauss pour ma deuxième série d'expériences. Le Tableau suivant en résume les résultats :

	λ.	H.	Δλ.	H.	Δλ.	$\frac{\Delta\lambda}{H\lambda^2}$.
H_α.........	6562,82	24148	0,976	24122	0,994	$0,946.10^{-4}$
H_β.........	4861,39	»	0,530	»	0,531	$0,930.10^{-4}$
H_γ.........	4340,37	»	0,423	»	0,439	$0,948.10^{-4}$
H_δ.........	4101,85	»	»	»	0,384	$0,946.10^{-4}$

Ces nombres montrent que l'écart des composantes de polarisation parallèle aux lignes de force est égal à l'écart normal. On a en outre une composante de polarisation perpendiculaire aux lignes de force. Les raies de la série de l'hydrogène donnent donc un triplet pur d'écart normal.

Or récemment, MM. Paschen et Back (¹) ont publié un important Mémoire dans lequel ils donnent le résultat de leurs recherches sur le phénomène de Zeeman pour les trois raies H_α, H_β, H_γ de l'hydrogène. D'après eux, chacune de ces raies donne un triplet dans lequel la composante centrale n'est pas complètement polarisée dans le sens des lignes de force du champ, l'écart des composantes centrales étant d'ailleurs plus grand que l'écart normal et sans relation simple avec lui.

En présence du désaccord qui existe entre nos résultats, je crois utile de présenter les observations suivantes :

Les conditions dans lesquelles nous avons opéré sont très différentes. En effet, MM. Paschen et Back disposent leur tube à gaz perpendiculairement à l'axe des lignes de force, tandis que j'ai toujours placé les miens suivant cet axe, afin d'éviter les actions perturbatrices du champ sur la décharge électrique. Avec le dispositif que j'ai employé, sur aucun des clichés obtenus et pour aucune des raies on n'aperçoit le moindre indice d'une polarisation incomplète de la composante centrale. Sur ces clichés la raie centrale est photographiée au-dessus des composantes latérales et nulle part on n'observe qu'elle se prolonge entre celles-ci bien que la pose ait été largement suffisante.

(¹) *Ann. d. Physik*, 4ᵉ série, t. XXXIX, 19 juillet 1912, p. 897-932.

J'ai cependant observé cette polarisation incomplète dans deux cas : dans le premier elle provenait de la réflexion totale à l'intérieur d'un prisme qui servait à rendre verticale l'image du tube disposé horizontalement ; dans le deuxième, elle provenait de la réflexion de la lumière sur la face postérieure du capillaire que j'avais argentée pour augmenter l'intensité de la lumière utilisée.

Au point de vue quantitatif, c'est l'incertitude sur la valeur du champ qui, à première vue, peut le plus facilement expliquer le désaccord. A la vérité, dans les conditions où j'opérais, entre pièces polaires percées, le champ n'est pas uniforme. Il est cependant possible d'éviter les difficultés qui proviennent de ce fait, en mesurant le champ par comparaison avec le phénomène de Zeeman dans des raies qui peuvent servir d'étalons. Une étincelle de self-induction entre électrodes de zinc était placée dans le champ de façon que son image soit projetée sur la fente du collimateur de la même façon que le tube de Geissler. La mesure du phénomène de Zeeman sur la raie 4680 donne la valeur du champ pour le point même qui correspond au phénomène de Zeeman produit sur le spectre étudié. D'ailleurs, pour tenir compte de l'incertitude qui peut régner sur la position vraie de ce point à cause des variations accidentelles du diamètre intérieur du capillaire dans les différents tubes employés, et à cause de la difficulté qu'il y a à placer l'étincelle exactement à la même hauteur que l'intérieur du capillaire, j'ai fait une série d'épreuves sur le zinc en disposant l'étincelle à différents niveaux sur l'axe qui passe par le centre de l'entrefer perpendiculairement à la direction de l'axe des noyaux de l'électro-aimant. Les valeurs du champ correspondant aux limites extrêmes entre lesquelles pouvaient varier les positions de la partie utilisée du capillaire varient seulement entre 24308 et 24418 gauss pour un courant de 35 ampères.

D'ailleurs, sur plusieurs clichés, en même temps que les raies du gaz étudié, j'ai obtenu les raies du mercure 4046 et 4358, qui peuvent aussi servir d'étalons et qui, étant produites en même temps et dans les mêmes conditions que les raies à étudier, offrent encore plus de sécurité. J'ai pris la moyenne entre 17 valeurs obtenues, soit à partir des raies du zinc, soit à partir des raies du mercure : la valeur adoptée finalement est 24122 gauss, les valeurs minima et maxima étant 23226 et 24600 gauss. Ces écarts sont de beaucoup inférieurs à ceux qui seraient nécessaires pour retrouver les valeurs données par MM. Paschen et Back pour $\frac{\Delta\lambda}{H\lambda^2}$ à partir des séparations que j'ai mesurées. D'autre part, en admettant la valeur du champ que je donne ici, il faudrait, pour que mes mesures donnent la valeur de $\frac{\Delta\lambda}{H\lambda^2}$ de

MM. Paschen et Back, que l'erreur sur les longueurs d'onde atteigne 0,05 A. U., alors que, dans les cas les plus défavorables, l'écart de mes mesures ne dépasse pas 0,02 A. U. C'est pourquoi, après avoir vérifié mesures et calculs, je maintiens les conclusions que j'avais indiquées pour H_α, H_β et H_γ dans ma Note du 28 mai, et je les étends aujourd'hui à la raie H_δ.

PHYSIQUE. — *Action des encres sur la plaque photographique.* Note de M. **Guillaume de Fontenay**, présentée par M. d'Arsonval.

J'ai repris et complété, depuis quelques mois, ces expériences qui ont fait l'objet d'une Note antérieure ([1]) et j'en ai consigné les résultats, assez complexes, ainsi que les diverses techniques, dans un Mémoire déposé au Secrétariat de l'Académie ([2]), le 9 décembre 1912, avec documents photographiques à l'appui. Je me borne à signaler sommairement ici les faits principaux et les principales conclusions auxquelles je suis parvenu :

Lorsqu'on applique pendant quelque temps une feuille de papier manuscrit ou imprimé contre la face émulsionnée d'une plaque photographique, il peut se faire qu'après développement on trouve sur la plaque une reproduction plus ou moins complète, en négatif ou en positif, des caractères que portait la feuille de papier. Ce phénomène est subordonné à un assez grand nombre de facteurs physiques et chimiques, parmi lesquels il faut citer d'abord la durée du contact et la température.

En 1908, quelques personnes ayant appliqué contre leur front ou leur épigastre de semblables dispositifs, attribuèrent à un rayonnement de leur organisme les transcriptions qui se produisaient. J'ai montré alors qu'on obtenait des transcriptions toutes semblables en utilisant, comme source de chaleur, un bain-marie à 35° ou 40°, ce qui ruinait l'hypothèse d'un rayonnement vital nécessaire. Toutefois, je mentionnais qu'il ne m'avait pas été possible d'obtenir la transcription de caractères imprimés. La nouvelle série d'expériences que j'ai entreprise m'a fait connaître les causes de cet insuccès partiel.

Les encres à écrire, tout aussi bien que les encres typographiques, agissent sur les plaques sensibles de façons différentes, suivant la composition chimique (éminemment variable) desdites encres, et aussi suivant l'état de division moléculaire qui leur est communiqué par le papier sur lequel on les a déposées. J'ai préparé des encres qui, sous des conditions

([1]) *Comptes rendus*, 11 janvier 1911, p. 112.
([2]) *Sur quelques réactions au contact de la plaque photographique.*

données, se transcrivent toujours en positif; d'autres se transcrivent toujours en négatif. Un grand nombre d'encres typographiques sont à peu près inactives dans les circonstances ordinaires de l'expérimentation.

Parfois, avec certaines encres, un même trait de plume se transcrit partiellement en négatif et partiellement en positif, suivant que la plume, ici ou là, a déposé plus ou moins de liquide, et suivant aussi qu'elle a plus ou moins *égratigné* l'encollage superficiel du papier et incorporé l'encre à la fibre même de la pâte. Parfois également, quand on emploie une plume en métal attaquable par l'encre, les premières lettres tracées agissent autrement que les dernières; celles-ci étant constituées par un liquide auquel la réaction du métal a communiqué des propriétés chimiques différentes.

On voit que ces expériences présentent une certaine complexité. On y rencontre aussi d'assez nombreuses causes d'erreurs. J'ai signalé précédemment celles qui peuvent provenir de la lanterne du laboratoire et de la phosphorescence de certains papiers. Si l'on emploie des vitroses ou des émulsions couchées sur celluloïd, on se heurte souvent aussi à des phénomènes accessoires, d'ordre électrique, dont j'ai donné plusieurs exemples caractéristiques dans le Mémoire précité.

C'est en opérant au moyen du châssis-presse que l'on élimine le plus facilement les causes d'erreurs. Si l'on se borne à la technique des sachets-enveloppes, en empaquetant les plaques ou vitroses dans plusieurs papiers opaques, on s'expose à de multiples déceptions. Ces enveloppes ont une action certaine sur le résultat des expériences en cours : je m'en suis assuré en les imprégnant de substances alcalines, acides ou salines.

On s'est émerveillé que des sachets-enveloppes confiés à diverses personnes et actionnés par ces personnes dans toutes sortes de conditions différentes aient donné au développement des résultats eux-mêmes très différents. C'est assez naturel cependant : la transpiration varie beaucoup d'un individu à un autre individu. Chez la même personne, dans le même instant, elle est en général acide au visage et au creux de l'aisselle, alcaline au pli de l'aine. De plus, elle varie énormément suivant la nourriture prise, l'état de maladie ou de santé, etc. On devra donc se défier à l'extrême de toute observation faite au moyen de sachets-enveloppes actionnés par un organisme vivant; car la transpiration joue alors un rôle dont il n'est pas facile de déterminer le sens et l'ampleur.

Des nombreuses expériences et tentatives que j'ai pu faire en plaçant des papiers manuscrits ou imprimés au contact d'une plaque photographique

et en soumettant de tels dispositifs à l'action de divers agents physiques, notamment à celle de différentes sources de chaleur artificielle ou organique, il résulte en somme :

1° Que les effets produits sont très variables selon les circonstances opératoires, et en particulier selon la nature des encres et des papiers dont il est fait usage ;

2° Que, les causes d'erreur et les fautes de technique écartées, je n'ai jamais rencontré d'effet qui ne pût être attribué légitimement à une réaction chimique des corps mis en présence ;

3° Que je n'ai pu déceler l'intervention d'aucun rayonnement nouveau ou particulier.

Il existe peut-être beaucoup de radiations que, faute de détecteurs appropriés, nous n'avons pas encore pu reconnaître. Cela est non seulement possible, mais très probable et, peut-on dire, presque certain.

Il est beaucoup moins certain et beaucoup moins probable que ces radiations inconnues agissent sur nos plaques photographiques. Quelques personnes, peu nombreuses il est vrai, pensent avoir, au moyen de l'une ou de l'autre des techniques ci-dessus mentionnées, mis en évidence un groupe quelconque de ces radiations nouvelles.

Il ne m'appartient pas de contester le résultat d'expériences auxquelles je n'ai pas assisté ; mais il m'est permis de dire que je n'ai rien trouvé de tel.

Par contre, j'ai observé, au cours de mes recherches, un grand nombre de faits dont les apparences étaient susceptibles d'induire en erreur, à ce point de vue, des expérimentateurs inattentifs ou superficiels.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Théorie de l'efflorescence. Influence de la grosseur du cristal.* Note de MM. **Ch. Boulanger** et **G. Urbain**, présentée par M. Haller.

Considérons deux cristaux semblables, mais de poids différents, et supposons qu'ils s'effleurissent à la même température. Le régime de l'efflorescence sera exprimé pour chacun d'eux par les équations (¹)

$$\mathrm{Log}(m_\theta - m_t) = \mathrm{Log}\,a + \mathrm{A}\,\mathrm{Log}(\theta - t),$$
$$\mathrm{Log}(m_{\theta'} - m_t) = \mathrm{Log}\,a' + \mathrm{A}\,\mathrm{Log}(\theta' - t),$$

(¹) *Comptes rendus*, t. 155, p. 1247.

qui, pour $t = 0$, deviennent

(1) $$\operatorname{Log} m_\theta = \operatorname{Log} a + \mathrm{A} \operatorname{Log} \theta,$$

(2) $$\operatorname{Log} m_{\theta'} = \operatorname{Log} a' + \mathrm{A} \operatorname{Log} \theta'.$$

Nous nous proposons de calculer a' et θ' en fonction de a, de θ et du rapport $\frac{p'}{p}$ du poids des cristaux.

Écrivons que les pertes totales sont dans le rapport des poids des cristaux

(3) $$m_{\theta'} = m_\theta \frac{p'}{p}.$$

D'autre part, les surfaces des cristaux sont dans les rapports

(4) $$\frac{\mathrm{S}'}{\mathrm{S}} = \left[\frac{p'}{p}\right]^{\frac{2}{3}},$$

(5) $$\frac{\mathrm{S}'}{\mathrm{S}} = \frac{a'}{a}\left[\frac{\theta'}{\theta}\right]^{\mathrm{A}-1}.$$

En éliminant m_θ, $m_{\theta'}$, S et S′ entre ces cinq équations, on obtient

$$\operatorname{Log} a' = \operatorname{Log} a + \left[1 - \frac{\mathrm{A}}{3}\right] \operatorname{Log} \frac{p'}{p}.$$

Nous avons déterminé, à l'aide de la microbalance à compensation électromagnétique (¹), le régime de l'efflorescence, à température constante, de différents cristaux de sulfate de soude, de grosseurs différentes.

Dans l'une de ces expériences faites à 31° C., le résidu de sulfate anhydre, laissé dans le premier cristal, pesait 367 centimilligrammes. Le régime de l'efflorescence de ce cristal a pu être représenté, dans les limites des erreurs expérimentales, par l'équation

$$\operatorname{Log}[394 - m] = 0,092 + 1,6 \operatorname{Log}[36,5 - t].$$

Le résidu de sulfate anhydre laissé par le second cristal pesait 217 centimilligrammes. On devait donc avoir pour ce cristal, d'après la théorie précédente :

$$\operatorname{Log} a' = 0,092 + \left[1 - \frac{1,6}{3}\right] \operatorname{Log} \frac{217}{367}.$$

Or, à l'origine des mesures, ce cristal était déjà partiellement effleuri,

(¹) *Comptes rendus*, t. 154, p. 347.

ce qui était inévitable quelque rapides qu'aient été les manipulations préparatoires. La perte, observée sur la microbalance et correspondant à l'achèvement de la déshydratation du cristal, fut de 206 centimilligrammes. On devait donc avoir

$$\text{Log}\,206 = -0{,}0145 + 1{,}5\,\text{Log}\,\theta',$$

θ' étant le temps correspondant à l'élimination de 206 centimilligrammes d'eau.

Le calcul a donné, comme valeur de θ', 28 minutes 30 secondes; et l'expérience 26 minutes 18 secondes.

L'écart est dû principalement à la difficulté de maintenir la température constante pendant la durée de deux expériences consécutives, et en partie à ce que les deux cristaux comparés ne sont jamais absolument de forme identique.

Étant donnée la rapidité avec laquelle de petits cristaux s'effleurissent, on n'a pas le loisir de faire le choix qui conviendrait à des expériences très précises. Un écart de l'ordre du treizième est de l'ordre des erreurs expérimentales moyennes.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Relation entre la conductivité des acides et leur absorption par la peau.* Note de M. **André Brochet**, présentée par M. Haller.

L'action des acides sur la peau détermine son gonflement et la combinaison qui se forme est si facilement hydrolysable que les avis ont été longtemps partagés sur le fait de savoir si réellement cette combinaison existait, d'autant plus qu'en raison du gonflement il est difficile de mesurer l'absorption de l'acide et qu'il est, de ce fait, presque impossible d'avoir des chiffres proportionnels à l'équivalent chimique.

Les sels minéraux, et notamment le sel marin, empêchent le gonflement de la peau par les acides et suppriment le gonflement déjà existant, par suite d'une sorte de déshydratation. Les peaux ainsi traitées par cette opération qu'on appelle le *picklage* sont rendues imputrescibles. Aussi est-elle fréquemment utilisée, soit pour apprêter les peaux en vue du transport, soit en cas d'arrêt accidentel dans une fabrication.

Le peu de gonflement des peaux picklées permet de déterminer plus facilement la quantité d'acide absorbé. Toutefois, il y a lieu d'observer que

le chlorure de sodium en excès permet, dans certains cas, de discuter sur la nature de l'acide réellement agissant. J'ai pu constater que, quel que soit l'acide employé, l'absorption est bien proportionnelle à l'équivalent chimique, en tenant compte, dans une certaine mesure, de la dissociation de cet acide.

Dans le but d'étudier la relation existant entre l'absorption des acides et leur conductivité, j'ai fait une série de recherches en utilisant de la poudre de peau Mehner et Stransky (chromée n° 150), employée pour le dosage des matières tannantes, la teneur insignifiante en chrome paraissant sans inconvénient.

Après avoir recherché l'action de la concentration, de l'agitation, de la durée du contact, etc., je me suis arrêté au mode opératoire suivant :

10g de peau pulvérisée sont agités pendant 4 heures avec 200^{cm^3} d'une solution renfermant par litre 100g de chlorure de sodium et $\frac{1}{10}$ d'équivalent-gramme de l'acide considéré. Le magma est ensuite filtré à la trompe. L'acidité du liquide est déterminée avant et après agitation au moyen d'une solution titrée de soude, en employant la phtaléine comme indicateur. L'acide absorbé est ensuite calculé et ramené à 1^{kg} de peau supposée séchée dans le vide. D'autre part, la conductivité d'une solution renfermant exactement la même quantité d'acide, mais ne contenant pas de sel, est déterminée à la température de 18°.

RELATION ENTRE LA CONDUCTIVITÉ DES ACIDES ET LEUR ABSORPTION PAR LA POUDRE DE PEAU.

Nature de l'acide.	Poids moléculaire.	Basicité.	Conductivité $\mathcal{K}$ Mho-cm.	Résistivité ϱ Ohm-cm.	Acide absorbé par kg de peau sèche. En grammes.	En fraction d'équivalent-gramme.
			1° *Acides très conducteurs.*			
Iodhydrique	128	1	0,0389	25,6	109	0,85
Nitrique..........	63	1	374	26,7	56,4	0,89
Chlorhydrique.....	36,5	1	365	27,2	31,4	0,86
Bromhydrique......	81	1	334	30,1	64,8	0,80
Trichloracétique ...	163,5	1	279	35,8	139	0,85
Tribromacétique ...	297	1	261	38,3	264	0,89
Sulfurique.........	98	2	220	45,3	40,5	0,83
Oxalique..........	126	2	103	97,4	53,6	0,85

Nature de l'acide.	Poids moléculaire.	Basicité.	Conductivité $\mathcal{K}$ Mho-cm.	Résistivité e Ohm-cm.	Acide absorbé par kg de peau sèche. En grammes.	En fraction d'équivalent-gramme.
			2° *Acides moyennement conducteurs.*			
Monochloracétique .	94,5	1	0,00453	220	74,6	0,79
Monobromacétique .	139	1	365	274	111	0,80
Tartrique	150	2	209	479	58,2	0,78
Lactique	90	1	153	653	62,2	0,69
Citrique...........	210	3	146	687	48,4	0,69
Formique	46	1	142	702	33,0	0,72
			3° *Acides peu conducteurs.*			
Acétique	60	1	0,000698	1431	32,6	0,54
Succinique	118	2	562	1776	33,6	0,58
Valérianique.......	102	1	422	2366	66,2	0,65
Butyrique.........	88	1	397	2513	51,9	0,59
Tannique..........	»	»	0,000220	4534	»	»

J'ai eu recours pour ces essais aux acides usuels, minéraux et organiques. De plus il m'a paru intéressant de les étendre à d'autres acides organiques possédant d'autres fonctions ou certaines particularités intéressantes, comme les acides acétiques substitués, remarquables aussi bien par leur poids moléculaire élevé que par leur fort coefficient de dissociation.

Les résultats obtenus se trouvent réunis dans le Tableau ci-dessus, dans lequel les acides sont classés d'après leur conductibilité. J'y ai fait figurer, d'une part, le poids de l'acide absorbé par kilogramme de peau supposée séchée dans le vide et, en dernier lieu, la fraction d'équivalent-gramme d'acide absorbée par kilogramme de peau sèche.

On voit, *a priori*, que la quantité d'acide absorbé, quelle que soit sa nature, est sensiblement proportionnelle à son équivalent chimique. Il n'est pas douteux, de ce côté, que le phénomène d'absorption ne soit lié à une action chimique indiscutable. Toutefois, on peut remarquer que la proportion de chaque acide combiné à la peau n'est pas constante et diminue, d'une façon générale, en même temps que la conductivité de la solution. Mais, tandis que la conductivité tombe, pour les acides essayés, dans la proportion de 100 à 1, la fraction d'équivalent-gramme absorbée par kilogramme de peau ne varie que dans le rapport de 3 à 2. La diminution de la conductivité ne diminue donc que de très peu la faculté de combinaison. De plus les résultats obtenus ne sont pas absolument constants, et il

existe un état d'équilibre variable, non seulement avec la nature de l'acide, mais également avec la concentration de la solution.

L'absorption des acides peut être très considérable; c'est ainsi que dans le cas de l'acide tribromacétique la quantité retenue par la peau correspond à 26,6 pour 100, quantité plus de dix fois plus élevée que celle absorbée par l'acide du poids moléculaire le plus faible, l'acide chlorhydrique.

En résumé, on voit que :

1° L'absorption des acides par la peau est un phénomène général et résulte d'une combinaison chimique, puisque, quel que soit l'acide employé, la quantité absorbée est sensiblement proportionnelle à l'équivalent chimique;

2° Cette quantité, tout en restant du même ordre de grandeur, est un peu plus faible avec les acides faiblement dissociés.

Une conséquence pratique qui découle de ces résultats, c'est que d'une façon générale dans une recherche comparative de l'action des acides sur la peau, pour l'étude du gonflement, par exemple, il est préférable d'avoir recours à des solutions équivalentes au lieu d'utiliser, comme on le fait généralement, des solutions renfermant poids égaux des différents acides.

PHOTOCHIMIE. — *Étude quantitative de l'absorption des rayons ultraviolets par les acides gras et leurs éthers isomères.* Note de MM. **Jean Bielecki** et **Victor Henri**, présentée par M. Dastre.

Dans une Note précédente (*Comptes rendus*, t. 155, 5 août 1912, p. 456), nous avons indiqué les premiers résultats obtenus pour l'absorption des rayons ultraviolets par les alcools, acides, éthers, aldéhydes et cétones aliphatiques.

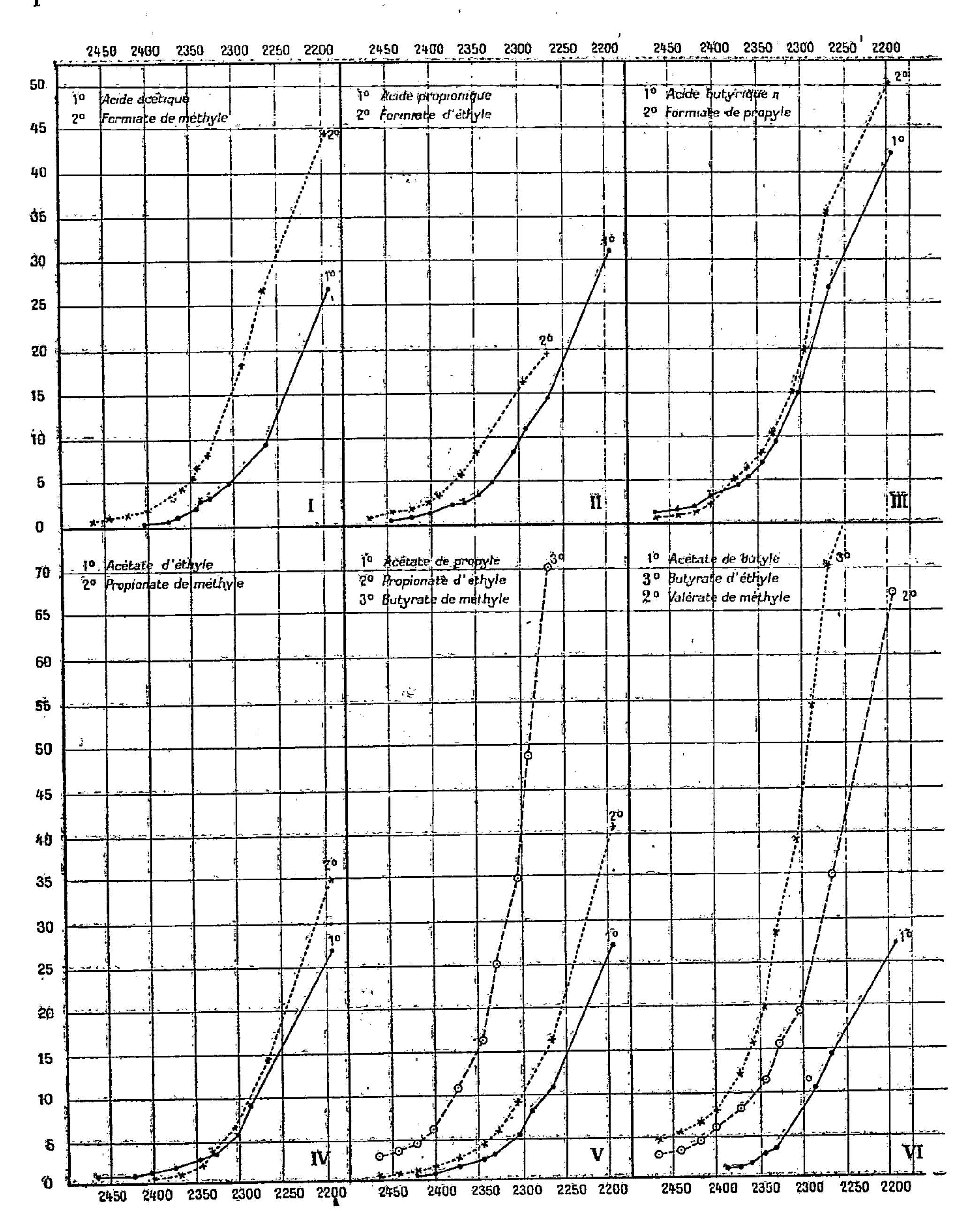
Dans le but de déterminer le rôle joué par la constitution moléculaire, nous avons repris avec plus de détails l'étude des éthers et de leurs acides.

Ces corps présentent un grand nombre d'isomères, dont la comparaison permet de préciser l'influence sur l'absorption de la position des différents groupes par rapport à un même groupe carboxylé.

Nous avons étudié l'absorption par les solutions aqueuses (en général au $\frac{1}{20}$ moléculaires par litre) et alcooliques ($\frac{1}{2}$ et $\frac{1}{20}$ moléculaires). Les corps (chimiquement purs de Kahlbaum et quelquefois de Poulenc) ont été toujours purifiés par une série de distillations; l'acide acétique l'a été en plus par cristallisation.

Nous résumons maintenant les résultats relatifs aux isomères suivants,

qui correspondent aux six groupes indiqués dans le Tableau et représentés par les courbes :



I. Acide acétique, CH^3 CO OH (P. d'éb. 118°) et formiate de méthyle, HCOO.CH (32°,3-32°,4).

II. Acide propionique, CH^3CH^2COOH (140°,7) et formiate d'éthyle, $HCOOCH^2CH^3$ (54°,4-54°,5).

III. Acide butyrique normal, $CH^3CH^2CH^2COOH$ (161°,5-162°) et formiate de propyle, $HCOOCH^2CH^2CH^3$ (81°-81°,1).

IV. Acétate d'éthyle, $CH^3COOCH^2CH^3$ (77°-77°,2) et propionate de méthyle, $CH^3CH^2COOCH^3$ (79°,5-80°).

V. Acétate de propyle, $CH^3COOCH^2CH^2CH^3$ (101°,8-102°,2), propionate d'éthyle, $CH^3CH^2COOCH^2CH^3$ (98°,8-99°), et *n*-butyrate de méthyle,

$$CH^3CH^2CH^2COOCH^3 \ (102°\text{-}102°,5).$$

VI. Acétate de butyle, $CH^3COCH^2CH^2CH^2CH^3$ (124°,4-124°,6), *n*-butyrate d'éthyle,

$$CH^3CH^2CH^2COOCH^2CH^3$$

(121°-122°) et valérate de méthyle, $CH^3CH^2CH^2CH^2COOCH^3$ (117°-118°).

Pour les solutions alcooliques, nous donnons seulement à titre d'exemple deux groupes :

I. Acide propionique et formiate d'éthyle;

II. Acétate de butyle, propionate de propyle, $CH^3CH^2COOCH^2CH^2CH^3$ (122°,4-123°), *n*-butyrate d'éthyle et valérate de méthyle.

Le Tableau contient, pour les longueurs d'onde indiquées, les valeurs des coefficients d'absorption moléculaire $\mathcal{E}$, calculées d'après la formule $\mathfrak{I}' = \mathfrak{I}.10^{-\varepsilon d m}$, m étant la concentration moléculaire et d l'épaisseur de la solution en centimètres. Le rapport $\frac{\mathfrak{I}}{\mathfrak{I}'}$ a été déterminé par la photométrie de spectrogrammes.

	2195.	2265.	2288.	2307.	2329.	2338.	2348.	2366.	2375.	2389.	2405.	2424.	2440.	2460.
SOLUTIONS AQUEUSES.														
I. Acide acétique	27	9,3	–	4,8	3,2	2,8	2,16	1,62	1,4	0,95	0,54	–	–	–
Formiate de méthyle	44,4	27	16,2	10,8	8,0	6,8	5,6	–	4,2	3,2	2,16	1,4	1,08	0,54
II. Acide propionique	31	14	10,8	7,8	4,2	3,8	3,4	2,8	2,4	1,6	1,2	0,8	0,54	–
Formiate d'éthyle	–	–	16,2	10,8	–	–	7,8	5,6	–	3,2	2,5	1,6	1,4	0,7
III. Acide butyrique normal	42	27	–	14	9,5	7,8	6,9	5,6	4,7	3,2	2,8	1,8	1,5	1,2
Formiate de propyle	49,2	35	19,4	14	10,4	8,8	7,8	5,9	4,8	3,6	2,6	1,62	1,4	0,7
IV. Acétate d'éthyle	27	–	7,8	5,6	–	3,2	2,6	2,0	1,8	1,4	1,2	0,9	–	0,54
Propionate de méthyle	35	14,4	–	6,7	3,2	3,0	2,5	1,6	1,4	0,97	0,54	–	–	–
V. Acétate de propyle	27	10,8	7,8	5,6	–	3,2	2,6	1,9	1,6	1,2	0,9	0,54	–	–
Propionate d'éthyle	40,4	16,2	–	9,3	5,9	4,7	4,0	3,2	2,8	2,3	1,7	1,08	0,7	0,54
n-Butyrate de méthyle	–	70	48,4	35	25,4	21,7	16,8	12,7	10,8	7,8	6,5	4,9	4,0	3,2
VI. Acétate de butyle	27	14	10,8	5,6	–	3,3	2,6	1,6	1,4	1,08	–	–	–	–
n-Butyrate d'éthyle	151	70	54	39	28	24,5	19,9	14,6	12,5	10,4	8,4	6,4	5,3	4,3
Valérate de méthyle	67,5	35	–	19,5	15,6	14	11,4	9,1	8,1	6,9	6,5	4,6	3,9	2,7
SOLUTIONS ALCOOLIQUES.														
I. Acide propionique	40,4	24,6	19,4	16,2	10,8	10,1	9,2	7,8	5,6	4,6	3,3	2,4	1,5	0,9
Formiate d'éthyle	40,4	27,4	23,5	20,4	16,2	15,1	14	10,2	9,2	7,8	5,6	4,5	3,4	2,1
II. Acétate de butyle	40,4	27	21,2	16,2	10,8	9,8	8,3	6,2	5,1	3,8	2,8	1,8	1,3	0,5
Propionate de propyle	64,7	35	27	19,4	14,6	12,3	10,2	7,2	5,6	4,2	3,2	2,8	1,6	1,4
n-Butyrate d'éthyle	>113	68	48,4	35	24,6	21,6	17,8	13,6	12	9,8	7,8	5,9	4,8	3,5
Valérate de méthyle	81	48,4	44	35	24	21,6	17	12,2	10,4	8,5	6,7	4,4	3,2	2,16

Résultats. — 1° Le spectre d'absorption est différent pour les acides et éthers isomères.

2° Cette différence se manifeste indépendamment du solvant; elle est aussi nette en solution aqueuse qu'alcoolique.

3° L'absorption des rayons ultraviolets par les acides et éthers n'est pas déterminée par la formule empirique. Lorsque la molécule devient de plus en plus complexe par augmentation des groupements CH^2, l'absorption augmente, ainsi qu'on le voit en comparant entre eux les termes homologues correspondants des six groupes du Tableau.

4° L'absorption dépend de la constitution même de la molécule. Elle est différente aussi bien dans le cas des acides et éthers isomères (I, II, III) que dans celui des éthers isomères (IV, V, VI).

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Influence des sels alcalins sur l'élimination d'ammoniaque urinaire chez des chiens normaux.* Note de M. **H. Labbé**, présentée par M. Dastre.

Chez des chiens normaux, en équilibre de poids et équilibre azoté avec ration carnée uniforme, j'ai trouvé que l'ingestion de sels ammoniacaux, entre certaines limites, est suivie d'une exagération de l'élimination ammoniacale urinaire. L'ammoniaque urinaire est également influencée par le jeûne dans ses proportions. D'autre part, H. Labbé et L. Violle (*Comptes rendus*, t. 152, 1911) ont vu que, chez des chiens normaux, l'ingestion d'acide chlorhydrique provoquait l'augmentation de l'ammoniaque urinaire, dans des proportions telles que le rapport entre les quantités d'acide ingéré et d'ammoniaque excrétée était sensiblement le rapport moléculaire. Il m'a paru intéressant de rechercher si, chez des chiens soumis au régime carné, l'ingestion simultanée d'un alcalin et d'un sel ammoniacal est susceptible d'influencer l'élimination de l'ammoniaque urinaire.

Chien normal : poids $8^{kg},900$ au début, en équibre de poids pendant l'expérience, avec un régime uniforme de 350^g de viande maigre.

Les sels sont offerts à l'animal en solution concentrée, dont on arrose la viande qui l'absorbe à peu près totalement. Un repas par 24 heures, complètement consommé en 5 minutes. Boisson à volonté. Le temps des périodes varie de 5 à 15 jours.

Les chiffres inscrits dans le Tableau représentent les moyennes d'ingestions et éliminations pour 24 heures :

I. Contrôle des effets de l'ingestion de sels ammoniacaux.

Périodes.	N ammoniacal ingéré.	N (formol) urinaire.	N basique volatil urinaire.	N (formol — basique) (¹) urinaire.
	g	g	g	g
a. Préliminaire..........	0	0,48	0,29	0,19
b. Ingestion de chlorhydrate d'ammoniaque........	0,76	1,20	0,91	0,29
c. Ingestion de carbonate d'ammoniaque........	0,79	0,89	0,83	0,06

L'ingestion de chlorhydrate d'ammoniaque (environ 0g,08 de NH^3 par kilogramme de poids corporel) a augmenté les éliminations ammoniacales de 0g,62 en valeur absolue de N basique volatil (déterminé par méthodes Schlœsing et Folin). L'ingestion de carbonate d'ammoniaque en proportion sensiblement la même a correspondu avec une augmentation de 0g,54 de N basique volatil.

II. Ingestion simultanée de sels ammoniacaux et de sel alcalin. Le sel alcalin employé a été le carbonate de sodium, offert en assez grand excès (soit 7g à 10g de sel cristallisé par 24 heures, en moyenne environ 1g par kilogramme corporel).

Périodes.	N ammoniacal ingéré.	N (formol) urinaire.	N (basique volatil) urinaire.	N (formol — basique).
	g	g	g	g
1° Période préliminaire.........	0	0,48	0,29	0,19
2° Ingestion de chlorhydrate d'ammoniaque + 6g de carbonate de soude cristallisé.........	0,45	0,58	0,55	0,03
3° Id.	0,68	0,90	0,49	0,41
4° Id.	1,13	1,02	0,91	0,11
5° Ingestion de carbonate d'ammoniaque + 4g de carbonate de soude cristallisé............	0,47	0,75	0,50	0,25
6° Id. + 6g de carbon. de soude.	0,79	0,59	0,39	0,20
7° Id. + 10g de carbon. de soude.	0,70	0,63	0,30	0,33
8° Période témoin : ingestion de 10g de carbonate de soude crist.	0	0,49	0,28	0,21
Moyenne des périodes à ingestion de chlorhydrate Am	0,75	0,83	0,65	0,18
Moyenne des périodes à ingestion de carbonate Am.............	0,65	0,65	0,39	0,26

L'élimination d'ammoniaque urinaire, en période d'ingestion simultanée de chlorhydrate d'ammoniaque et carbonate de soude, est un peu moins élevée qu'en période d'ingestion de chlorhydrate seul. La diminution dans l'élimination de N ammoniacal (basique volatil) est de 0,18 en valeur absolue. La diminution dans l'élimination de l'ammoniaque a été plus marquée dans les périodes à ingestion de carbonate d'ammoniaque, où elle a atteint (en N basique volatil), environ 0,33 en valeur absolue.

(¹) Cette différence représente sensiblement l'azote aminé.

Les résultats ci-dessus relatés ont été obtenus avec un excès de sel alcalin. Cependant l'ammoniaque d'origine régulière n'a pas disparu aisément sous l'influence de l'alcali. Aussi avons-nous cherché à apprécier les effets produits par une véritable sursaturation alcaline de l'organisme sur l'élimination ammoniacale du chien.

	N (formol).	N (bas. volat).	N (formol — basique).
Ingestion de 18g environ de carbonate de soude sec....................	0,43	0,20	0,23

Ainsi le grand excès d'alcalin (environ 2g de sel par kilogramme corpor.), qui a provoqué une soif ardente et une polyurie marquée chez nos animaux, n'a pu faire disparaître tout l'azote basique volatil. Quant à l'azote (formol), il diminue en valeur absolue du fait de la diminution de l'azote ammoniacal, mais de telle sorte que l'azote aminé reste à peu près constant. Le même fait de constance relative de l'azote aminé a déjà été observé par Labbé et Violle (*loc. cit.*) chez un animal soumis aux doses progressivement croissantes d'acide minéral.

D'autre part, alors que dans l'acidose minérale expérimentale (ingestion de HCl), la saturation de l'acide par l'ammoniaque s'effectue au fur et à mesure, en proportions moléculaires, le déplacement de l'ammoniaque de ses combinaisons intra-organiques par une base alcaline forte (soude, sous forme de carbonate de soude), jugée par la disparition de l'ammoniaque urinaire, ne s'est effectuée que partiellement, même en présence d'un très grand excès d'alcalin. Ces résultats, *mutatis mutandis*, paraissent de nature à apporter quelque éclaircissement, touchant la difficulté qu'il y a, parfois, à faire disparaître les dernières traces d'ammoniaque urinaire des grands acidosiques (diabètes graves, coma diabétique), malgré l'ingestion ou l'injection de fortes quantités de substances alcalines.

BACTÉRIOLOGIE. — *Vaccin antistaphylococcique* sensibilisé *vivant.* Note de MM. **Michel Cohendy** et **D.-M. Bertrand**, présentée par M. Roux.

En 1902 Besredka établit [1] que certaines bactéries pathogènes mises en contact dans des conditions déterminées avec un sérum spécifique, fixent l'anticorps correspondant, ou pour mieux dire fixent la sensibilisa-

[1] *Comptes rendus*, 1902, t. 134, p. 1330.

trice spécifique. Cette fixation est stable; elle n'est pas détruite par des lavages successifs à l'eau physiologique, ce qui permet de débarrasser ces bactéries de toute trace de sérum.

Aux microbes ainsi chargés d'anticorps, il donne le nom de *sensibilisés*. Ces *sensibilisés* sont utilisés par lui comme vaccins chez l'animal. L'immunité qu'ils confèrent est plus durable que celle obtenue avec des microbes non sensibilisés. Leur endotoxine étant neutralisée par la sensibilisatrice fixée par eux, ils sont atoxiques ; comme tels ils ne donnent lieu qu'à une très faible réaction locale et générale.

Ces expériences initiales ont suggéré par la suite toute une série d'essais de vaccinations sur les animaux (1). Récemment Metchnikoff et Besredka (2) ont établi ce fait que leurs chimpanzés vaccinés avec des bacilles typhiques sensibilisés avaient acquis une immunité durable. De là, est née la vaccination antityphique par virus sensibilisé vivant appliquée à l'homme par Besredka. Quelques essais d'autres vaccinations ont été tentés sur l'homme à l'aide de *sensibilisés* tué généralement par la chaleur (3).

Nous apportons ici les premières relations concernant le vaccin antistaphylococcique sensibilisé vivant. Nos observations, qui seront exposées ailleurs, portent sur des cas de sinusites maxillaires et frontales, d'otites, d'herpès confluent et suppuré, d'acnés, de suppuration sous-unguéale, de suppuration de la matrice unguéale, de furonculoses, d'anthrax.

Dans tous les cas, nous avons eu recours à des auto-vaccins; les expériences faites depuis longtemps avec les microbes tués, dans la méthode de Wright, ayant montré la plus grande efficacité du microbe causal.

Les faibles réactions obtenues chez l'homme avec le vaccin antityphique sensibilisé vivant ainsi que les inoculations faites jusqu'à présent sur les animaux avec différentes bactéries sensibilisées ont montré l'innocuité de ces injections. Aussi avons-nous directement appliqué à l'homme le vaccin antistaphylococcique sensibilisé vivant.

Souvent, dans le pus prélevé sur le malade, le microbe était à l'état pur. Parfois nous avions affaire à une symbiose du staphylocoque avec diverses bactéries, surtout avec le streptocoque.

Dans les cas traités, même quand ils étaient chroniques, nous avons cons-

(1) MARIE, DOPTER, SMITH, MEYER, CALMETTE et GUÉRIN, VALLÉE et GUINARD, LÉVY et AOKI, ROLLA, BRIDRÉ et BOQUET, GARBAT et MEYER.

(2) *Vaccinations antityphiques* (*Annales Institut Pasteur*, mars 1911, p. 193-221 et décembre 1911, p. 865).

(3) MARIE, MEYER, VALLÉE et GUINARD, LÉVY et HAMM.

taté généralement un arrêt dans l'évolution de l'infection locale, en même temps que s'atténuaient ou disparaissaient les autres phénomènes morbides. Lorsqu'en présence d'une symbiose microbienne dans le pus, nous avons inoculé seulement le staphylocoque, il nous est arrivé d'obtenir les mêmes effets curatifs qu'en présence d'une culture pure, soit que les autres bactéries n'étaient que des saprophytes, soit qu'en détruisant une des espèces de la symbiose, les autres étaient incapables de prolonger l'infection.

Après l'inoculation la réaction générale est nulle; exceptionnellement le malade ressent un peu de faiblesse et une légère agitation pendant 24 heures. Il n'y a d'ordinaire pas de réaction locale. Dans un cas cependant cette réaction fut assez vive, accompagnée de rougeur, de chaleur et d'un œdème qui disparurent le quatrième jour. Il est bon de dire qu'en cette occasion, alors que d'habitude la première dose varie entre 5 et 10 millions de bactéries, elle avait été d'emblée portée à 35 millions. On observe assez souvent une poussée inflammatoire passagère au siège de l'affection. Les injections au nombre de trois, en général, sont faites à des doses progressives variant avec les effets obtenus. On laisse entre chacune d'elles un intervalle de 3 à 6 jours.

L'injection est faite dans le tissu cellulaire sous-cutané. Le siège de prédilection est situé dans la région dorsale, à la hauteur environ de la onzième vertèbre, à $0^m,10$ de la ligne médiane.

Nous n'avons jamais constaté (même avec une dose s'élevant à 400 millions de bactéries), de réaction thermique supérieure de $0^\circ,5$ à la normale.

Il est bon de retenir l'attention sur le fait très important que le vaccin employé est constitué par une culture pure vivante, à laquelle par conséquent on ne doit ajouter aucun antiseptique comme cela se fait pour les microbes tués. Pour cette raison on n'est assuré de son innocuité qu'aux expresses conditions suivantes :

1° Identifier d'une façon certaine la bactérie isolée;

2° Posséder un sérum vraiment spécifique pour cette bactérie;

3° Observer les règles d'une asepsie parfaite dans les différentes manipulations nécessitées par la préparation et l'inoculation du vaccin.

Les bactéries injectées sont vraisemblablement phagocytées au niveau de l'inoculation; nous n'avons pas trouvé de staphylocoques dans le sang ni dans l'urine pendant les 12 jours qui suivirent l'injection.

De l'ensemble des faits que nous avons pu grouper nous croyons pouvoir

conclure à l'innocuité du vaccin antistaphylococcique sensibilisé vivant, en même temps qu'à son action d'arrêt sur l'évolution de certaines infections provoquées par un staphylocoque pur ou même associé à d'autres bactéries.

BACTÉRIOLOGIE. — *Étude de l'action du filtrat ou du distillat d'une culture fraîche du* B. proteus *sur l'évolution de la pneumococcie chez la souris.* Note de MM. **A. Trillat** et **F. Mallein**, présentée par M. Roux.

Dans des expériences antérieures ([1]), l'un de nous a montré l'action favorisante que pouvaient exercer sur les microbes pathogènes les substances volatiles retirées de la distillation d'une culture microbienne, telle que celle du *B. proteus*.

Il était intéressant de se rendre compte si les résultats acquis *in vitro* ne pouvaient pas être reproduits *in vivo*.

Pour une pareille confirmation, il fallait s'adresser à un microbe pathogène sensible aux influences que nous avons signalées et entraînant chez l'animal des manifestations caractéristiques et à évolution rapide pour diminuer les causes d'erreur. Dans ce but, nous nous sommes adressés d'une part au pneumocoque, d'autre part à la souris, animal réactif classique du pneumocoque.

Mode opératoire. — Nous avons suivi un mode opératoire différent selon que l'injection du microbe pathogène et des substances activantes a été faite en même temps ou séparément, ou encore selon qu'on a utilisé le filtrat de la culture du *Proteus* ou son distillat.

A. 5 souris destinées aux essais étaient injectées avec $0^{cm^3},5$ d'un mélange de deux gouttes d'une émulsion de pneumocoques dans 5^{cm^3} de filtrat provenant d'une culture de *Proteus* ensemencé depuis 12 heures dans du bouillon à 32°. D'autre part, 5 souris témoins étaient injectées avec $0^{cm^3},5$ d'un mélange de deux gouttes d'une émulsion de pneumocoques dans 5^{cm^3} de bouillon stérile.

Pour se rendre compte de l'action isolée du filtrat, on injectait en outre 2 autres souris avec la même quantité du même filtrat.

Chaque expérience portait donc sur 12 souris. Après les injections, les divers lots de souris étaient mis en observation; on notait l'heure de la mort et l'on calculait la durée moyenne de survie.

Enfin, on a eu soin de vérifier par l'examen de la rate, du foie et du cerveau que la mort était bien due à une pneumococcie.

([1]) *Comptes rendus*, t. 154, p. 786 et 1443.

B. Un autre groupe d'expériences a été institué en injectant d'abord les 5 souris essais avec $0^{cm^3},25$ du filtrat et une heure après avec $0^{cm^3},25$ d'une dilution faite avec cinq gouttes d'émulsion de pneumocoques dans 5^{cm^3} d'eau salée physiologique stérile.

Les témoins étaient constitués par deux lots de souris. L'un, composé de 5 souris, était d'abord injecté avec $0^{cm^3},25$ de bouillon stérile et 1 heure après avec la même quantité de la même dilution de pneumocoques que précédemment; l'autre lot, comprenant 2 souris, recevait d'abord $0^{cm^3},25$ de filtrat et, 1 heure après, $0^{cm^3},25$ d'eau salée physiologique stérile.

Voici les résultats obtenus :

Durée de survie moyenne des souris expérimentées.

A.			B.		
Séries d'essais.	Essais.	Témoins.	Séries d'essais.	Essais.	Témoins.
I....	$24^h.25^m$	34^h	I....	$26^h.8^m$	$41^h.3^m$
II....	18. 5	23. 5^m	II....	33.1	47.9
III....	19. 5	29	III....	40	57
IV....	19. 5	24.45	IV....	19+2 souris viv.	toutes viv. (1)
V....	25. 8	27. 9	V....	14	21.8
VI....	20. 5	21. 7	VI....	30	33

C. Enfin, nous avons contrôlé dans une série d'expériences, en utilisant la même technique, mais en substituant au bouillon stérile pour les souris témoins, le distillat de ce bouillon, que l'injection préalable du distillat d'une culture de *Proteus* donnait des résultats analogues.

Dans tous ces essais, les souris inoculées séparément par le filtrat ont survécu. La différence de survie d'une série à l'autre s'explique par la variation de virulence des échantillons de pneumocoques employés. On voit, par la lecture de ces Tableaux, que la mort a été notablement accélérée par rapport aux témoins, chez les souris qui avaient reçu du filtrat ou du distillat de la culture de *Proteus*.

La première pensée qui vient à l'esprit est d'attribuer ces résultats à une diminution de résistance de l'organisme due aux toxines du *Proteus*, agissant comme poison sur les souris.

En effet, divers savants ont déjà mis en évidence ce rôle particulier des substances toxiques. Brown-Séquard et d'Arsonval (2), en 1887-1888-

(1) Dans cette expérience IV, série B, le pneumocoque était très peu virulent. C'est ce qui explique que toutes les souris témoins ont survécu, alors que 3 sur 5 des souris essais moururent.

(2) *Comptes rendus*, t. 106, p. 106; t. 105, p. 1056; t. 108, p. 267.

1889, en étudiant le rôle des gaz provenant de la respiration; Charrin et Royer (³), en 1892, en étudiant celui de certains gaz délétères, avaient déjà montré cette action de diminution de la résistance sur l'accélération de la marche de diverses infections.

Mais on peut se demander aussi si cette accélération de l'infection ne provient pas pour une part de l'action du filtrat agissant directement sur les microbes pour favoriser leur développement dans l'organisme. Ce qui tend à confirmer cette hypothèse, c'est que cette influence a été mise en évidence par les expériences *in vitro* que nous avons faites à cette occasion. Elles ont démontré que dans l'eau distillée, additionnée des gaz du *Proteus* par rapport à l'eau distillée simple, le pneumocoque se développait avec une plus grande rapidité.

Les résultats suivants se rapportent à des essais effectués sur de l'eau distillée ensemencée par le pneumocoque et renfermant $\frac{1}{200000}$ environ de parties volatiles extraites d'une culture de *B. proteus* (alcalinité évaluée en AzH^3 à environ $0^g,00005$ par litre). La numération des colonies correspond à une goutte de liquide ensemencé sur plaques Pétri.

Eau distillée simple.	Eau distillée avec gaz.
43 col.	∞
0	650
0	∞

On peut conclure que les parties volatiles retirées de la culture du *B. proteus* ont produit les mêmes effets que le filtrat séparé de ses corps microbiens. Ces résultats sont du reste en pleine concordance avec ceux que l'un de nous avait signalé à propos du ferment lactique qui, associé directement au même microbe ou mélangé à son filtrat, ou encore exposé à ses émanations, s'était développé beaucoup plus rapidement que lorsqu'il était isolé.

L'ensemble de toutes ces expériences permet donc de supposer que les deux facteurs favorisants qui résultent, l'un de la diminution de résistance, l'autre de cette action directe ou indirecte du *B. proteus* sur le développement du pneumocoque, se sont superposés dans l'organisme de la souris.

(³) *Comptes rendus*, t. 115, p. 421.

ZOOLOGIE. — *Les formes migratrices et les formes sédentaires dans la faune ornithologique d'Europe.* Note de M. **E.-L. Trouessart**, présentée par M. Ed. Perrier.

L'étude que les naturalistes modernes ont faite des formes locales ou *sous-espèces* des Oiseaux d'Europe, dont j'ai l'honneur de présenter le *Catalogue* à l'Académie, resterait stérile si l'on se bornait à une sèche énumération suivie de la description de ces formes. Cette étude prend une tout autre valeur si l'on cherche à en faire l'application à l'histoire de l'évolution des espèces. Sous ce rapport, les Oiseaux, parés de couleurs vives et tranchées, se prêtent mieux que beaucoup d'autres animaux à la recherche des variations qui se produisent sous l'influence du milieu.

Un fait qui semble avoir échappé aux anciens ornithologistes, ou dont ils n'ont pas compris la portée, c'est la scission qui s'opère plus ou moins rapidement, dans une même espèce, entre les formes migratrices et les formes sédentaires. Sous ce rapport, la faune des îles, et notamment celle de la Corse, sont très intéressantes à étudier. En Corse, à côté des formes nichant sur le continent et qui ne font que traverser l'île, au printemps et à l'automne, on constate la présence de formes peu différentes, mais sédentaires et qui s'y reproduisent. Quelle est l'origine de ces formes? Il est facile de l'indiquer.

Les grandes bandes d'Oiseaux migrateurs qui passent, à l'automne, d'Europe en Afrique, ont comme les armées leurs traînards, fournis par les couvées tardives, les blessés et les malades qui ne peuvent suivre le gros de la troupe, et s'arrêtent dès la première étape à travers la Méditerranée. Cette première étape est la Corse qui, leur offrant un climat favorable et une nourriture suffisante, les invite à s'y installer pour l'hiver. Au printemps suivant, lorsque commence la migration de retour, les Oiseaux restés en Corse sont déjà accouplés et ne se mêlent plus à ceux du continent.

La sous-espèce est constituée; elle tend de plus en plus à s'éloigner du type, aussi bien par ses mœurs sédentaires que par les particularités de taille et de plumage qui résultent bientôt de la ségrégation et de l'influence du milieu. Mais comme de nouveaux traînards viennent chaque année se mêler aux Oiseaux de Corse, ceux-ci ne peuvent constituer des espèces bien distinctes. Toutefois, il suffirait que le grand flot de la migration prît une autre route, par suite de quelque révolution géologique, par exemple, pour que la sous-espèce devînt une bonne espèce.

Ce fait semble s'être réalisé dans les archipels atlantiques (Madère, Canaries, Açores), qui, bien que plus éloignés du continent, sont encore

sur la route des migrations de nos Oiseaux d'Europe. On y a découvert un petit nombre de formes qui semblent indigènes, n'ayant pas, en apparence, de représentants sur le continent. Mais ces îles sont toutes de formation volcanique, datant tout au plus de la fin du Tertiaire. Force est donc de rattacher ces Oiseaux à la faune de l'Europe où du nord de l'Afrique (région Paléarctique).

Si, pour le Serin de Canaries (*Serinus canarius*), la ressemblance du plumage fait accepter facilement sa descendance du Cini (*Serinus serinus* ou *meridionalis*), Oiseau de la sous-région méditerranéenne, il n'en est pas de même du Pinson teydée (*Fringilla teydea*) de Ténériffe, très différent, par les teintes de son plumage, de notre Pinson d'Europe (*Fringilla cœlebs*), et décrit jusqu'ici comme une espèce bien distincte. On trouve cependant tous les passages entre ces deux formes extrêmes.

On sait que le Pinson d'Europe a, chez le mâle, le dos varié de marron et de vert avec le ventre rouge brique, le sommet de la tête et la nuque étant seuls d'un bleu ardoisé. Or, le Pinson teydée est entièrement de ce bleu ardoisé, sauf les ailes, restées noires comme chez notre Pinson, avec une double bande blanche. Mais déjà, chez *Fringilla spodiogena*, qui remplace notre Pinson en Algérie, le rouge du ventre a pâli, le marron du dos s'est éteint et le bleu s'étend sur les côtés du cou. Chez trois autres formes, considérées comme de simples sous-espèces de notre Pinson, *F. moreleti*, des Açores, *F. maderensis*, de Madère et *F. canariensis*, des parties basses des îles Canaries, le bleu envahit tout le dos, sauf le croupion qui reste vert pomme, et le ventre passe au rose pâle ou au fauve clair. Enfin, chez *F. palmæ*, des îles Palma et Hierro, et *F. teydea*, du Pic de Ténériffe et de la Grande Canarie, toutes les parties supérieures sont bleues avec le ventre blanc chez le premier, bleu pâle chez le second. En définitive, le Pinson teydée n'est qu'un Pinson d'Europe qui a perdu toute trace de pigment rouge ou jaune, la teinte gris bleu, dans ce cas, n'étant due, d'après les naturalistes qui ont étudié les couleurs des plumes, qu'à une faible quantité de pigment noir, avec de l'air interposé. Il est à noter que ce Pinson bleu niche sur les sommets des deux îles les plus élevées de l'archipel (sur le Pic Teydée, entre 2300^m et 2600^m), et que sa femelle diffère beaucoup moins de celle du Pinson d'Europe. On peut donc avancer que *F. teydea* n'est, lui aussi, qu'une sous-espèce du Pinson d'Europe, devenue sédentaire à Ténériffe, et vraisemblablement celle qui s'en est séparée la première.

On pourrait multiplier ces exemples. Celui-ci, qui est typique, suffit pour montrer tout le parti que l'on peut tirer de l'étude des formes locales, dites *sous-espèces*, au point de vue de l'influence du milieu sur la morphologie des êtres vivants, et particulièrement des Oiseaux.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur un élément périodique des variations du baromètre.* Note de M. **Louis Besson**, présentée par M. Bigourdan.

Le travail dont je vais exposer succinctement les résultats principaux a pour base 20 années d'observations à Montsouris, à New-York et à Batavia.

J'ai fait le relevé des jours où la moyenne barométrique avait été infé-

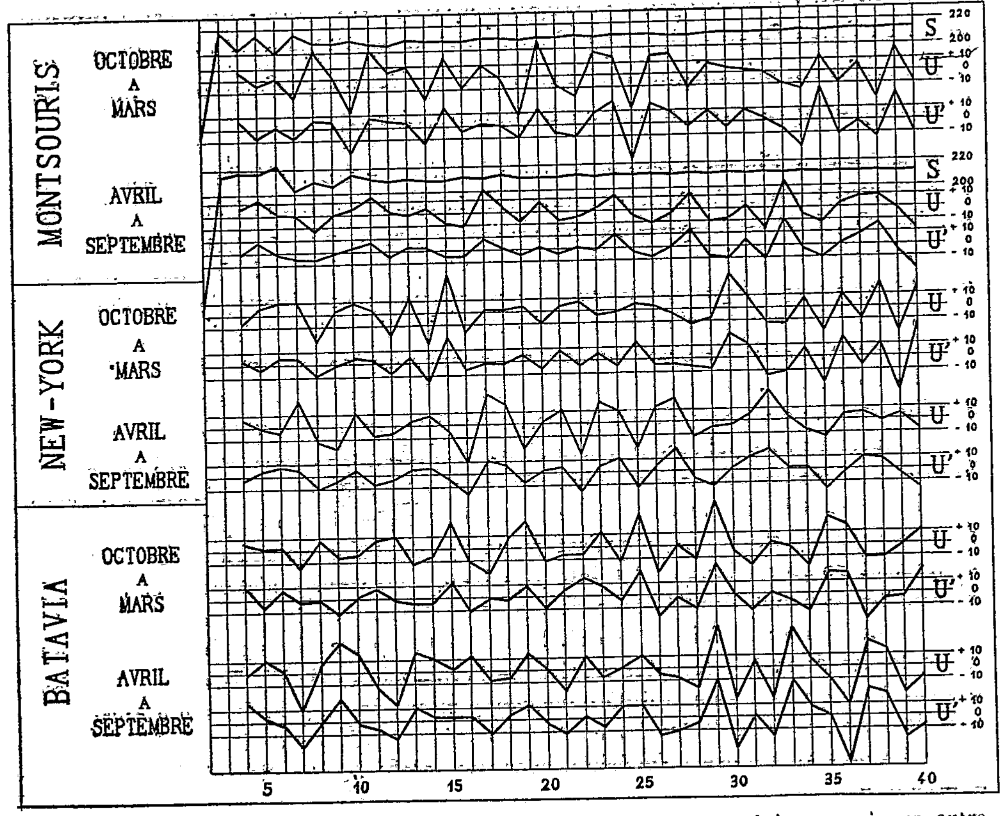


Fig. 1. S + U = probabilité en pour 1000 d'un minimum barométrique k jours après un autre, d'après l'observation.
U' = synthèse théorique de U à l'aide de sinusoïdes. Les jours sont portés en abscisses.

rieure à celle de la veille et à celle du lendemain. Je les appelle jours de minimum. Partageant l'année en deux moitiés, d'avril à septembre et d'octobre à mars, j'ai compté combien de fois on avait eu un minimum 2, 3, ..., 40 jours après un autre.

Les nombres fournis par cette statistique, réduits en pour 1000, représentent des probabilités que j'ai été amené à considérer comme la somme de deux éléments :

Le premier croît rapidement du 2e au 3e jour et devient presque constant à partir du 8e ou 10e jour. Il est représenté, dans la figure 1, par la

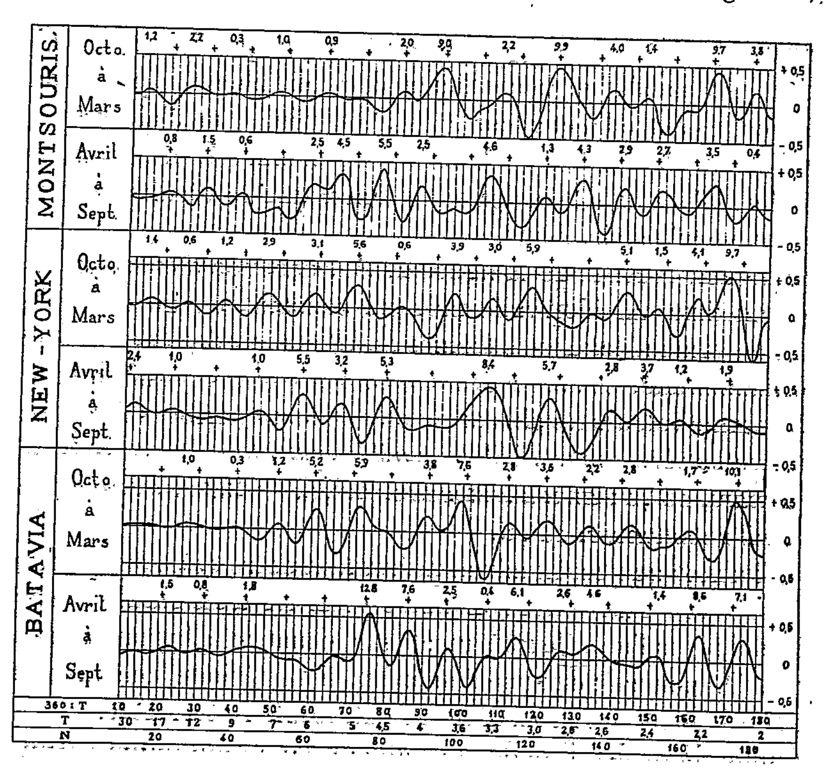


Fig. 2. — Corrélation entre la fluctuation barométrique U et une sinusoïde de période variable. T, période de la sinusoïde en jours; N, nombre d'oscillations par an. Les nombres inscrits au-dessus des courbes indiquent par leur abscisse la période et par leur valeur l'amplitude des diverses ondes composantes de U'. Les croix marquent le système d'harmoniques qui rend le mieux compte de la courbe.

ligne S, qui n'est reproduite que pour Montsouris et sur laquelle, faute de place, je dois renoncer à m'expliquer ici.

Quant au second élément, figuré par la ligne U, il paraît, comme on va le voir, constitué par la superposition d'un certain nombre d'ondes sinusoïdales. Pour trouver les périodes de ces sinusoïdes, j'ai cherché quelles étaient les valeurs de l'angle x pour lesquelles la *corrélation* entre les séries U_4, U_5, ..., U_{40} et $\cos 4x + \varepsilon$, $\cos 5x + \varepsilon$, ..., $\cos 40x + \varepsilon$ passait par un maximum. La somme de la première série est nulle. On détermine ε par la condition que la somme de la deuxième série soit nulle aussi.

La *corrélation* est mesurée par le rapport $\frac{\Sigma U_k (\cos kx + \varepsilon)}{\sqrt{\Sigma U_k^2}\sqrt{\Sigma(\cos kx + \varepsilon)^2}}$, k prenant successivement les valeurs 4, 5, ..., 40.

Les courbes de la figure 2 montrent comment varie cette corrélation lorsque l'angle x (ou 360° : T, en mettant en évidence la période T), varie de 10° à 180°.

J'ai admis qu'à chaque maximum positif correspondait une onde et j'ai attribué à chacune d'elles un coefficient d'amplitude a tel que la somme des carrés des écarts entre U_k et $a(\cos kx + \varepsilon)$ fût minimum. J'ai alors pu essayer de reproduire la fonction U à l'aide de la somme U′ des sinusoïdes ainsi déterminées. L'examen de la figure 1 montre que le résultat de cette sorte de synthèse est très satisfaisant.

Revenons aux courbes de la figure 2. Sur chacune d'elles, on remarque entre les maxima un intervalle presque constant ou un multiple de cet intervalle, comme si les divers termes de U′ étaient des harmoniques d'une onde fondamentale. L'étude des six courbes m'a conduit aux nombres suivants comme valeurs les plus probables de leurs périodes fondamentales : Montsouris : *octobre à mars*, 35^j,0 ; *avril à septembre*, 36^j,0. — New-York : *octobre à mars*, 35^j,3 ; *avril à septembre*, 31^j,9. — Batavia : *octobre à mars*, 35^j,6 ; *avril à septembre*, 33^j,6.

Les différences que ces nombres présentent entre eux sont petites relativement aux erreurs à craindre. D'autre part, les trois stations considérées sont très éloignées l'une de l'autre et leur situation géographique est très différente. On pourrait donc se demander si la période fondamentale dont il s'agit ne serait pas une constante de l'atmosphère terrestre.

En résumé, la probabilité de la production d'un minimum barométrique n'est pas la même aux divers jours qui suivent un minimum barométrique. A partir du 10e jour environ et jusqu'au 40e au moins, ses variations ont une étroite analogie avec celles d'une somme de sinusoïdes passant toutes par leur maximum au jour initial. Ces sinusoïdes paraissent correspondre, au moins approximativement, aux harmoniques d'une oscillation fondamentale d'environ 35 jours qu'on retrouve en toute saison, avec une valeur presque constante, à Montsouris, à New-York et à Batavia.

La séance est levée à 4 heures et demie.

Ph. v. T.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 30 DÉCEMBRE 1912.

Régence de Tunis. Protectorat français. Direction générale des Travaux publics. *Carte géologique de la Tunisie : Études de paléontologie tunisienne.* II : *Gastropodes et Lamellibranches des terrains crétacés*, par L. PERVINQUIÈRE; texte et atlas. Paris, J. Lamarre et Cie, 1912; 1 vol. et 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Ph. van Tieghem.)

Catalogue des Oiseaux d'Europe, pour servir de complément et de supplément à l'*Ornithologie européenne* de DEGLAND et GERBER (1867), par E.-L. TROUESSART. Paris, Paul Klincksieck, Léon Lhomme, successeur, 1912; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Edmond Perrier.)

Les sporotrichoses, par DE BEURMANN et GOUGEROT, avec 18 figures dans le texte et 8 planches hors texte. Paris, Félix Alcan, 1912; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Armand Gautier, pour le Concours du prix Barbier de 1913.)

Experimental researches on the specific gravity and the displacement of saline solutions, by J.-Y. BUCHANAN. Édimbourg, Neill et Cie, 1912; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Ph. van Tieghem. Hommage de l'auteur.)

Zum Problem der Vererbungsträger, von F. VEJDOVSKY, mit 12 Tafeln und 16 Textfiguren. Prague, Fr. Rivinac, 1911-1912; 1 vol. in-f°. (Présenté par M. Ph. van Tieghem.)

Geology and ore deposits of the Butte District, Montana, by WALTER HARVEY WEED. Washington, Imprimerie du Gouvernement, 1912; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Ph. van Tieghem.)

Boletim do Observatorio nacional, Rio de Janeiro, anno 1909. Rio de Janeiro, publié par la Direction du Service de Statistique du Ministère de l'Agriculture, de l'Industrie et du Commerce du Brésil, 1912; 1 vol. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 23 décembre 1912.)

Note de M. *Th. Schlœsing fils*, Sur la recherche et le dosage du phosphore blanc libre dans le sesquisulfure de phosphore :

Page 1461, ligne 10, *au lieu de* (Chenk-Scharss), *lire* (Schenk et Scharff, Dubrisay).
Page 1464, ligne 8, *au lieu de* excès sur 284^{mg}, *lire* excès sur 105^{mg}.

Note de M. *Georges Tanret*, Sur la présence du stachyose dans le Haricot, etc. :

Page 1527, ligne 2 en remontant, *au lieu de* totalement dépourvue, *lire* presque totalement dépourvue.

FIN DU TOME CENT-CINQUANTE-CINQUIÈME.

On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis 1835 les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. I Tables, l'une par ordre alphabétique des matières, l'autre par ordre alphabétique des noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est an et part du 1er Janvier.

Prix de l'abonnement :

Paris : **30** fr. — Départements : **40** fr. — Union postale : **44** fr.

On souscrit dans les départements,

chez Messieurs :

Agen	Ferran frères.
Alger	Chaix. Jourdan. Ruff.
Amiens	Courtin-Hecquet.
Angers	Grassin. Siraudeau.
Bayonne	Jérôme.
Besançon	Marion.
Bordeaux	Feret. Laurens. Muller (G.).
Bourges	Renaud.
Brest	Derrien. Grandmontagne. F. Robert. Uzel frères.
Caen	Jouan.
Chambéry	Dardel.
Cherbourg	Henry. Marguerie.
Clermont-Ferr.	Delaunay. Girard-Guillochin.
Dijon	Ratel. Rey. Venot.
Douai	Degez. Lauverjat.
Grenoble	Rey et Cie.
La Rochelle	Foucher.
Le Havre	Dombre. Flammarion.
Lille	Giard. Janny. Tallandier.

chez Messieurs :

Lorient	Baumal. Gosse.
Lyon	Duplat. Georg. Maloine. Phily.
Marseille	Ruat.
Montpellier	Valat. Coulet.
Moulins	Martial Place.
Nancy	Barbé. Berger. Wagner et Lambert.
Nantes	Veloppé.
Nice	Barma.
Nîmes	Lavagne-Peyrot.
Orléans	Loddé.
Poitiers	Blanchier. Lévrier.
Reims	L. Michaud.
Rennes	Plihon et Hommais.
Rochefort	Ripé.
Rouen	Langlois. Lestringant.
St-Étienne	Chevalier.
Toulon	Alté. Figard.
Toulouse	Gimet. Privat.
Tours	Boisselier. Péricat.
Valenciennes	Giard. Lemaître.

On souscrit à l'étranger.

chez Messieurs :

Amsterdam	Feikema Caarelsen et Cie.
Athènes	Eleftheroudakis.
Barcelone	Piaget. Verdaguer.
Berlin	Asher et Cie. Friedlander et fils. Mayer et Müller.
Berne	Francke.
Bologne	Zanichelli.
Bruxelles	Lamertin. Lebègue et Cie. Ramlot.
Bucarest	Alcalay. Socec et Ce.
Budapest	Kilian.
Cambridge	Deighton, Bell et Ce.
Christiania	Cammermeyer.
Constantinople	Otto Keil.
Copenhague	Höst et fils.
Florence	Seeber.
Gand	Herckenrath.
Gênes	Beuf.
Genève	Burckhardt. Georg.
La Haye	Belinfante frères.
Lausanne	Payot et Cie. Rouge. Sack.
Leipzig	Brockhaus. Fock. Twietmeyer. Voss.
Liége	Gnusé. Nierstrasz.

chez Messieurs

Londres	Dulau. Hachette et C Nutt.
Luxembourg	V. Bück.
Madrid	Dossat. F. Fé. Romo. Ruiz et Cie.
Milan	Bocca frères. Hœpli.
Moscou	Tastevin.
Naples	Marghieri di G Pellerano.
New-York	Dyrsen et Pfeif Lemcke et Buech Stechert.
Odessa	Rousseau.
Oxford	Parker et Cie.
Palerme	Reber.
Porto	Magalhaes et Mo
Prague	Rivnac.
Rio-Janeiro	Alvès. Briguiet. Garnier.
Rome	Bocca frères. Loescher et Ci
Rotterdam	Kramers et fils
Stockholm	Nordiska Boghan
St-Pétersbourg	Wolff. Zinserling.
Turin	Bocca frères. Brero. Rosenberg et Sell
Varsovie	Gebethner et W
Vérone	Drucker.
Vienne	Frick. Gerold et Cie.
Zurich	Rascher.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tomes **1** à **31**. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix .... **25** fr.
Tomes **32** à **61**. — (1er Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix .... **25** fr.
Tomes **62** à **91**. — (1er Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix .... **25** fr.
Tomes **92** à **121**. — (1er Janvier 1881 à 31 Décembre 1895.) Volume in-4°; 1900. Prix .... **25** fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I. — Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbes et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouv les Comètes, par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion matières grasses, par M. Claude Bernard. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856 25

Tome II. — Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Scien pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Etudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terra » sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Recherche » nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur Bronn. In-4°, avec 7 planches; 1861... 25

A la même Librairie, les Mémoires de l'Académie des Sciences et les Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences.

N° 27.

TABLE DES ARTICLES (Séance du 30 Décembre 1912).

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CORRESPONDANCE.

50192 PARIS — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

Le Gérant : GAUTHIER-VILLARS.

TABLES

DES COMPTES RENDUS

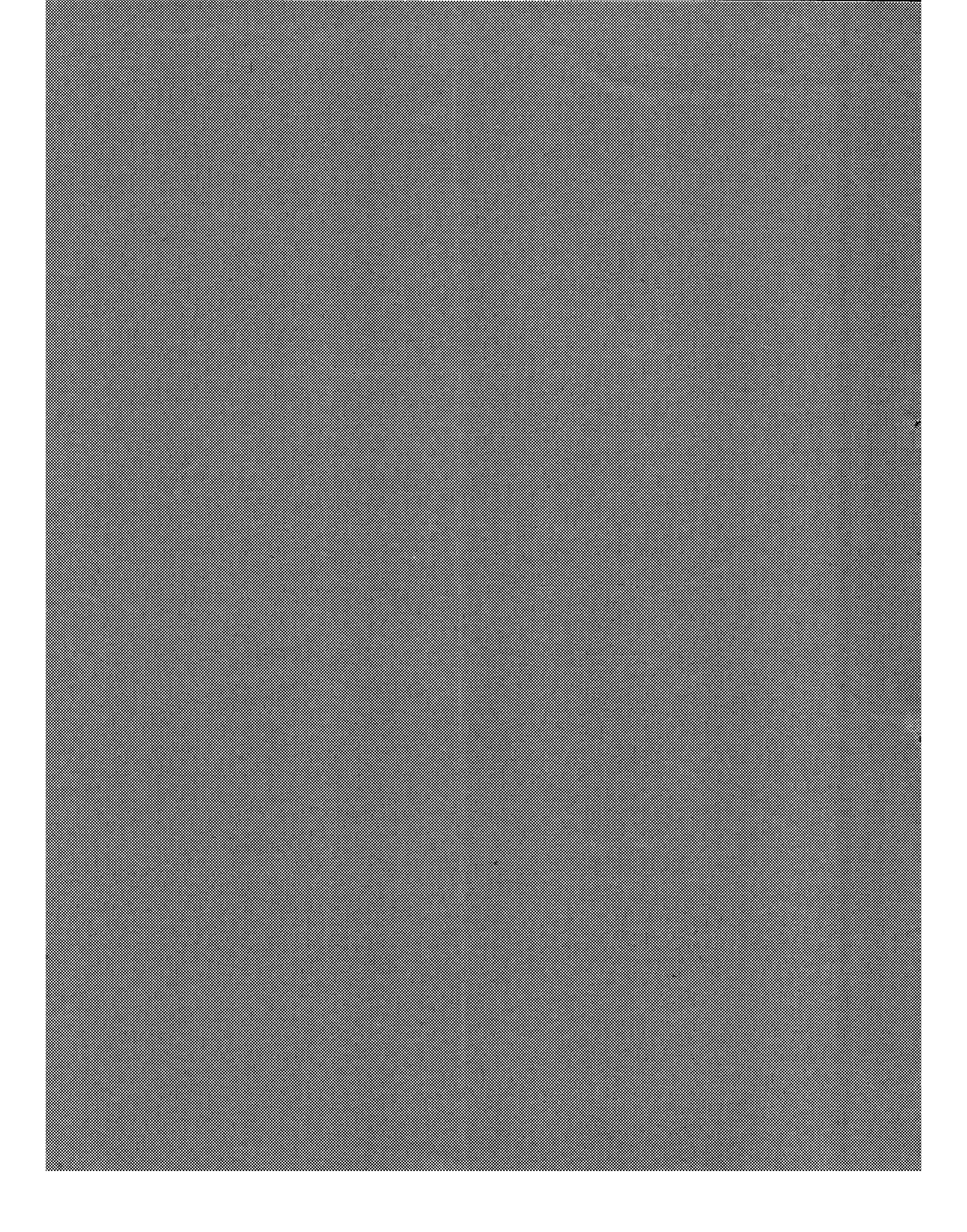
DES SÉANCES

DE

L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

DEUXIÈME SEMESTRE 1912.

TOME 155



COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JUILLET — DÉCEMBRE 1912.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME 155.

A

ANATOMIE.

C

CHIMIE AGRICOLE.

CHIMIE ANALYTIQUE.

CHIMIE BIOLOGIQUE.

CHIMIE INDUSTRIELLE.

CHIMIE INORGANIQUE.

CHIMIE ORGANIQUE.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE.

CHIMIE PHYSIQUE.

CHIMIE VÉGÉTALE.

D

E

ÉLECTRICITÉ.

F

G

GÉOLOGIE.

H

I

L

M

MICROBIOLOGIE.

MINÉRALOGIE.

N

O

P

PALÉONTOLOGIE.

PATHOLOGIE.

PHYSIOLOGIE.

R

S

T

U

V

Z

ZOOLOGIE.

TABLE DES AUTEURS.

A

B

C

D

E

F

G

H

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

U

V

W

Y

Z

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.
52746 Paris. — Quai des Grands-Augustins, 55.